Mittheilungen

über

die feinere Struktur des Gehirns und Rückenmarks

von

Dr. N. Jacubowitsch.

(Als Fortsetzung der im Bulletin de l'Académie des sciences de St. Pétersbourg niedergelegten mikroskopischen Untersuchungen.)

1857

Breslau.

Druck von Grass, Barth & Comp. (W. Friedrich.)

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b22297194

Die fragmentarischen Mittheilungen, die ich in den Jahren 1855 und 56 im „Bulletin de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg“ über meine Untersuchungen im Gebiete des Nervensystems überhaupt und des Gehirns und Rückenmarks insbesondere veröffentlicht habe, Untersuchungen, von denen ich die ersteren in Gemeinschaft mit dem ausgezeichneten Forscher Herrn Dr. Owsyanikof angestellt hatte, fühle ich mich verpflichtet, weiter fortzusetzen. Ich schicke diese flüchtigen Mittheilungen einem ausführlicheren Werke voran, dessen Herausgabe in Kurzem bevorsteht und welches den ganzen Complex meiner Untersuchungen im Detail darlegen soll, und dies zwar aus folgenden Gründen:

1) Das in allen Beziehungen so ausgezeichnete Werk von Bidder und Kupfer, „Ueber die Textur des Rückenmarks, Leipzig 1857,“ steht, was die Resultate der Forschungen anbetrifft, in so entschiedenem Gegensatze zu meinen früheren Untersuchungen und Publikationen, dass ich es der wissenschaftlichen Welt gegenüber für meine Pflicht halte, mich über diesen Gegensatz auszusprechen.

2) Bei meinen fortgesetzten Untersuchungen habe ich eine Reihe von Thatsachen gefunden, die theils meine früheren Untersuchungen bestätigen, theils vollständig neu sind und somit meinen früheren Arbeiten zur wesentlichen Ergänzung dienen.

Diese Thatsachen, von hohem Interesse für die Kenntniss der Struktur des Central-Nervensystems, die ich theils in Petersburg, theils während meines Aufenthaltes in Breslau in dem in jeder Beziehung vortrefflich eingerichteten und von Professor Reichert geleiteten K. physiol. Institute gewonnen, glaube ich um so mehr baldigst veröffentlichen zu müssen, als ich hoffe, durch diese Mittheilungen das ohnehin schon rege Interesse für das Objekt meiner langwierigen Forschungen noch mehr

bei den Fachgenossen zu steigern. Denn nur durch rastlose, allseitige Arbeit wird es möglich sein, die noch bestehenden Controversen zu beseitigen und in's wahre Licht zu setzen.

Was die eigentlichen, das Nervensystem konstituirenden Elemente anbetrifft, so beharre ich jetzt noch ausdrücklicher als je auf den von mir ausgesprochenen Sätzen und unterscheide nach wie vor die Anwesenheit der drei wesentlichen, von mir schon früher angegebenen Gruppen von Formelementen.

Ich unterscheide demnach:

A. Die grossen multipolaren Nervenzellen mit mehreren dicken (1—8) sich theilenden Fortsätzen. Sie kommuniziren mit einander und kommen überall im Rückenmarke, dem kleinen Gehirne und den *corpora quadrigemina* vor, fehlen dagegen, was höchst interessant und wichtig ist, gänzlich in der *medulla oblongata*. Diese grossen, multipolaren Nervenzellen bilden die vordere Commissur, indem die symmetrisch gelagerten Gruppen derselben sich mit einander verbinden, und zwar charakteristisch in der Weise, dass diese Commissur immer als ein Flechtwerk von dicken Zellenausläufern erscheint, die in verschiedenen Richtungen einander durchsetzen. Eine derartige Commissur finden wir also durchweg im ganzen Rückenmarke bis zur *medulla oblongata* mehr oder weniger ausgeprägt vor, je nach den Lagerungs-Verhältnissen und der Anzahl der Zellen, welche an verschiedenen Stellen des Rückenmarks, wie wir weiter unten genauer auseinandersetzen werden, sehr verschieden ist. Am Anfange des *Calamus scriptorius* oder der Spitze des vierten Ventrikels verschwindet die eigentliche vordere Commissur, und an die Stelle derselben tritt die wohlbekannte Kreuzung und Dekussation der Pyramiden, welche letztere jedoch als eine unmittelbare Fortsetzung und Umwandlung der vorderen Commissur sich darstellt, indem das Commissurgeflecht allmälig durch ein Nervenbündelgeflecht ersetzt wird, das von hier aus sich fortsetzt in's kleine Gehirn, die *corpora quadrigemina* und das Grosshirn *(pedunculi medullae oblongatae ad cerebellum, ad corpora quadrigemina, crura cerebri)* mit den eigenthümlichen, weiter unten zu erörternden Struktur-Verhältnissen der eigentlichen *medulla oblongata*. Abgesehen von der *medulla oblongata*, erscheint die Commissur wieder zugleich mit dem Erscheinen der besprochenen Zellen im kleinen Gehirn, im *pons* und zuletzt in den *corpora quadrigemina*. Ich nannte diese grossen, multipolaren Zellen „Bewegungszellen“ schlechtweg, lediglich in Berücksichtigung ihrer Lage in den vorderen Rückenmarkshörnern, stehe aber durchaus nicht dafür ein, dass sie nicht möglicher Weise auch eine andere, oder vielmehr mehrere funktionelle Bedeutungen in sich beherbergen, eine Frage, die einzig und allein durch ein direktes Experiment, wenn ein solches überhaupt einmal möglich sein wird, streng zu beantworten sein möchte; dasselbe gilt

auch in Betreff der Benennung der von mir sogenannten „Empfindungszellen," von denen sogleich die Rede sein wird.

B. Diese von mir sogenannten Empfindungszellen sind durchaus spindelförmig, besitzen meist drei feine Ausläufer, nie aber mehr als vier. Vier Ausläufer werden nur in dem Falle sichtbar, wenn die Zellen quer in ihrem grössten Durchmesser getroffen wurden. Die Empfindungszellen sind viermal kleiner als die Bewegungszellen und kommen nicht ausschliesslich (wie früher von mir mitgetheilt wurde, p. 345: Mikroskopische Untersuchungen über die Nervenursprünge etc. im „Bulletin de l'Académie des Sciences, 1856. Saint Pétersbourg, Mélanges biologiques, T. 11") an den hinteren Hörnern ausserhalb derselben nach aussen zu etc. vor. Diese meine frühere Angabe ist nur in Betreff des Ursprunges des *Accessorius Willisii* richtig. In der That kommen aber die Empfindungszellen durchweg im ganzen Rückenmarke vom *conus medullaris* an in den hinteren Hörnern selbst vor, je nach der Gegend des Rückenmarks sehr verschieden gelagert, aber immer und vorzugsweise oberhalb einer Linie, die man sich durch die Mitte des Centralkanals quer gezogen denkt. Auch diese Grenze überschreiten sie hier und da, ohne sich jedoch mit den Bewegungszellen zu vermischen. Solche Ueberschreitungen finden sich sowohl von Seiten der Bewegungs- wie der Empfindungszellen, z. B. bei dem Ursprunge des *Accessorius Willisii*, wo die grossen Zellen ziemlich hoch im Gebiete der hinteren Hörner isolirt vorkommen, während wiederum die kleinen tief in die vorderen Hörner eingreifen; ferner an den Rückenmarksstellen, die zwischen der Sacral- und Brachialanschwellung liegen, wie auch theilweise in diesen Anschwellungen selbst. Ebenso wie die grossen Zellen verbinden sich auch die von mir sogenannten Empfindungszellen mit einander auf einer und derselben Seite, und bilden ausserdem, wie die Bewegungszellen, unzweideutige Commissuren. Zunächst die hintere Commissur durchweg im ganzen Rückenmarke; ferner eine Commissur im kleinen Gehirne, desgleichen eine und zwar sehr bedeutend entwickelte in der *medulla oblongata* und dem *pons* und endlich eine Commissur in den *corpora quadrigemina*. Diese Commissuren der sogenannten Empfindungszellen haben das Eigenthümliche, dass sie durchaus aus sehr feinen Ausläufern dieser Zellen bestehen, die sich zwar theilen, aber nicht so häufig, wie diese Theilung bei den Ausläufern der grossen Zellen stattfindet. Denn mehr als eine doppelte Theilung (und auch diese sehr selten) habe ich bis jetzt noch nicht gesehen. Die Ausläufer kreuzen sich durchaus nicht, sondern liegen parallel neben- und übereinander und sind durch ihre Feinheit und stark reflektirenden, aber äusserst feinen Konturen ausgezeichnet; eine Beschaffenheit, die sie vor jeder Verwechselung mit andern Nervenfasern schützt.

C. Als die dritte Gattung der im Central-Nervensystem vorkommenden Zellen unterscheide ich die sympathischen Zellen, welche ich überall im Rückenmarke, vorzüglich aber in der *medulla oblongata*, dem kleinen Gehirne und den *corpora quadrigemina* aufgefunden habe. Ich habe sie in meinem früheren Referate p. 377, mit Unrecht, wenn auch nicht ohne scheinbaren Grund, als mit einem Ausläufer versehen, bezeichnet. Ich erkläre dies hiermit für irrthümlich und erkenne diese Zellen nun als mit zwei sehr feinen Ausläufern versehene an.

Zu den wohlbekannten, nicht zu verwechselnden Eigenschaften derselben habe ich noch hinzuzusetzen, dass ich nach meinen jetzigen, genaueren Untersuchungen zwei Abarten von sympathischen Zellen zu unterscheiden veranlasst bin:

a. sympathische Zellen, die in den Spinalganglien des Rückenmarks, im *ganglion Gasseri* des *Trigeminus* und in der hufeisenförmigen Commissur der *corpora quadrigemina* vorkommen, und

b. die sympathischen Ganglien, die im Rückenmarke von dem *conus medullaris* an, in der *medulla oblongata*, im kleinen Gehirne, in den *corpora quadrigemina*, bei dem Ursprunge des *Oculomotorius* und des *Trochlearis*, im *Vagusganglion*, in einem besonderen mikroskopischen Ganglion, was ausserhalb zwischen den Läppchen des kleinen Gehirns und der Austrittsstelle des *Trigeminus* und *Acusticus* an den *pedunculi cerebelli ad pontem* jederseits liegt und seine Fasern diesen beiden Nerven mittheilt, demnächst noch im *ganglion sphlanchnicum*, *ganglion coeliacum* und überhaupt im sogenannten Grenzstrange des eigentlichen sympathischen Nerven sich vorfinden. Diese Zellen sind die ersten, die überhaupt zum Vorschein kommen, eher noch, als die Bewegungs- und Empfindungszellen auftreten. Sie sind einestheils durch ihre Grösse, die durchschnittlich um die Hälfte kleiner ist, als die der unter *a* bezeichneten sympathischen Zellen, andererseits durch ihre stärkere Helligkeit und das schwach granulirte Ansehen ihres Inhaltes und endlich noch durch bedeutend zartere und feinere, wie auch regelmässigere Konturen ausgezeichnet. Sie bilden ebenfalls Commissuren, und zwar betheiligen sie sich vorzüglich bei der Bildung der hinteren Commissur im Rückenmarke, was eben so gut an queren, wie an Längs- oder horizontalen Schnitten des Rückenmarks und der *medulla oblongata* zu sehen ist.

Beiläufig sei bemerkt, dass die Grössenverhältnisse der Nervenzellen im Allgemeinen bei verschiedenen Thieren sehr verschieden sind. Am kleinsten sind sie unter den Säugethieren bei dem Menschen und bei dem Affen. Die relative Grösse aber der drei Arten der von mir angenommenen Nervenzellen, das Verhältniss der Grösse der einen zur Grösse der anderen Art, bleibt sich bei allen Thieren gleich. Bemerkenswerth in Beziehung auf die Grösse ist ferner der Umstand, dass die Grösse der Zellen einer und derselben Gattung eine sehr wechselnde ist.

Am Besten überzeugt man sich davon bei dem Längs- oder Querdurchschnitte eines beliebigen Spinalganglion, an welchem diese Grössenabweichungen am Auffallendsten hervortreten.

In einem und demselben Ganglion wird man regelmässig und bestimmt Zellen mit Kern und Kernkörperchen neben anderen liegen sehen, die im Ganzen nur so gross sind, wie der Kern der nebenliegenden Zelle.

Aus diesem Umstande habe ich mir erlaubt zu schliessen, dass erstens: die Nervenzellen in fortwährender Entwicklung begriffen sind, und zweitens: dass es Niemanden befremden darf, wenn unter den von mir angenommenen sogenannten Empfindungszellen Exemplare sich finden, die viermal so klein sind, als manche Zellen der ersten Art, d. h. der multipolaren oder Bewegungszellen. Eine Tabelle, die meinem Atlasse beigelegt werden soll, wird die Nervenzellen einer ganzen Reihe von Thieren in vergleichend anatomischer Ordnung, insbesondere die des Fisches, des Frosches, der Schlangen, der Vögel, des Meerschweinchens, des Kaninchens, des Schafes, der Katze, des Hundes, des Affen und schliesslich die des Menschen zur Anschauung bringen und neben den sonstigen Eigenschaften dieser Zellen vorzüglich ihre Grössenverhältnisse verdeutlichen.

Durch die Beständigkeit der Grössenmaasse zeichnen sich zunächst die Empfindungszellen, wohlverstanden bei einem und demselben Thiere, und in zweiter Linie die sympathischen Zellen der zweiten Abart besonders aus. Dass in den Ganglien auch multipolare Zellen vorkämen, haben mir meine Forschungen bis jetzt, trotz tausend- und abermal tausendfacher Untersuchungen, streng genommen, nicht zur Evidenz gebracht.

Wohl habe ich oft genug gefunden, dass die Zellen in den Ganglien nicht immer oval oder rund sind. Ich kann aber nicht umhin, anzunehmen, dass diese Form eine rein zufällige ist, entweder durch mechanische Compression oder durch die zusammenziehende Wirkung der Chromsäure hervorgerufen.

Die gelbe oder braungelbe Farbe, welche die Nervenzellen durch die Einwirkung der Chromsäure annehmen, ist ebenfalls nicht konstant und darum als diagnostisches Zeichen, mittelst dessen einzig und allein die Nervenzellen als solche von allen übrigen histologischen Elementen und Zellen mit Sicherheit unterschieden werden sollen, durchaus nicht stichhaltig. Entweder ist der ganze Schnitt, sei er ein Längs- oder Querschnitt, gleichmässig in allen seinen Theilen gefärbt. Dann erscheint Alles, was nicht durchsichtig ist, als dunkler Flecken mit dunklen Konturen, während die durchscheinenden Theile des Schnittes, also das wenige Bindegewebe, welches die Elemente verkittet, die Gefässe und alle Nervenzellen braungelb oder hellgelb tingirt erscheinen. Oder die kleinen Empfindungszel-

len sind sehr stark tingirt, während die grossen, multipolaren wenig oder gar nicht gefärbt erscheinen; oder endlich es findet in letzterer Beziehung das umgekehrte Verhältniss statt. Dies ist einerseits im Rückenmarke, andererseits und vorzüglich in der *medulla oblongata*, den *corpora quadrigemina*, im kleinen und grossen Hirne der Fall.

Es giebt aber ein Formelement im Central-Nervensystem, welches meiner Erfahrung nach mit sehr seltenen Ausnahmen, ich möchte sagen, niemals durch die Chromsäure tingirt wird, und dies ist der Axencylinder, wenn er nackt vorliegt. Aber auch, wenn er noch mit dem Nervenmark bedeckt ist, manifestirt sich noch seine Unzugänglichkeit für die färbende Einwirkung der Chromsäure. Er erscheint dann immer noch als durchschimmernder, mehr oder weniger mattweisser Streif. Von dieser Regel bilden nur die Axencylinder in der grauen Masse des Rückenmarks und anderer Theile des Central-Nervensystems eine Ausnahme. In dieser werden auch die Axencylinder gefärbt, obgleich nicht so tief, wie die übrigen Formelemente. Die stärkste und tiefste Färbung durch Chromsäure erleidet, meinen Erfahrungen nach, das Bindegewebe. Jemehr Bindegewebe also zwischen den Theilen liegt, desto stärker erscheinen sie im Ganzen gefärbt, z. B. von Aussen her: die *dura* und *pia mater*, dann die mit starkem Neurilem versehenen und die graue Substanz umgebenden Nervenstränge, die Blutgefässe etc. Je reicher aber eine Schnittfläche an reinem Nervenmark oder an markhaltigen und marklosen quer- oder schief-durchschnittenen Nerven ist, desto unbedeutender ist die Färbung, die ihr durch die Chromsäure zu Theil wird. Darauf beruht ja der dem blossen Auge schon bemerkbare Unterschied der weissen und der grauen Substanz an den in Chromsäure erhärteten Präparaten.

Trotz alledem möchte ich behaupten, dass Chromsäure sich überhaupt als diagnostisches Mittel für die Bestimmung der Nervenelemente nicht verwerthen lässt. Schon oben habe ich erwähnt, wie wesentliche Veränderungen die Form der Elemente an Chromsäure-Präparaten in Folge des mechanischen Drukkes erleidet, welcher durch die zusammenziehende Wirkung der Chromsäure hervorgebracht wird. Dieser Druck wirkt nicht einmal von allen Seiten her gleichmässig und gleichzeitig, sondern von Aussen her in allen möglichen verschiedenen Richtungen. Dazu kommt noch, dass wir für die Wirkung der Chromsäure weder im Concentrationsgrade derselben, noch in der Dauer der Einwirkung einen sicheren Maassstab haben. Kein Merkmal lehrt uns, ob das vorgenommene Präparat den gleichen Grad von Reife erlangt hat, wie ein anderes in gleich starker Chromsäurelösung gleich lange aufbewahrtes. Im Gegentheil ist der Einwirkungsgrad der Chromsäure eine sehr unbeständige und variable Grösse, welche für genaue diagnostische Be-

stimmungen durchaus nicht verwerthet werden kann. Ich habe desshalb neben der Aufbewahrung in Chromsäure jede andere mögliche Präparationsweise versucht, und bei diesen Versuchen gefunden, dass der Ausspruch des Herrn Professor Reichert seine Wahrheit hat, welcher nach seinen im Gebiete der Histologie unschätzbaren und unerschöpflichen Erfahrungen das Trocknen der Nervenpräparate nächst der Chromsäure für das angemessenste Mittel hält, um die natürlichen Grössenverhältnisse der Nervenelemente für die Untersuchung zu konserviren.

Im Allgemeinen aber muss ich bemerken, dass es, um Nervenelemente zu diagnosticiren, nicht genügt, eine einzelne ihnen zukommende Eigenschaft, wie Grösse, Form oder Färbung in Betracht zu ziehen, sondern dass es durchaus nöthig ist, bei der Beobachtung auf die Totalität aller Eigenschaften, die einer thierischen Zelle zukommen, Rücksicht zu nehmen. Auch darf man sich nicht auf die Beobachtung eines einzigen Thieres beschränken, sondern muss ganze Thierreihen vergleichend anatomisch durchmustern, ohne dabei ausser Acht zu lassen, dass ein bestimmtes Bild, welches wir bei niederen Thieren, z. B. bei Fischen oder Fröschen gewinnen, keineswegs als maassgebend und bestimmend für die Erscheinung derselben Nervenelemente bei höher entwickelten Thieren gelten kann. Ist es doch natürlich, dass mit jeder höheren Stufe der Entwickelung, welche eine Gattung in der Thierreihe einnimmt, auch eine höhere Entwickelung in den Elementen des Central-Nervensystems bemerklich werden muss. So steht, um ein Beispiel anzuführen, die *medulla oblongata* des Fisches und Frosches, was die Form und Disposition ihrer Elemente anbetrifft, etwa auf derselben Stufe, wie der *conus medullaris* von einem Säugethiere, natürlich mit einigen speziellen Abweichungen, die aus der Natur der *medulla oblongata*, als eines Organs von bestimmter Funktion, hervorgehen.

So wahr nun unsere oben ausgeführte Behauptung ist, dass die Bestimmung der Grössenverhältnisse der Nervenelemente an Chromsäure-Präparaten unthunlich sei, eben so wahr ist es auf der anderen Seite, dass kein Mittel geeigneter und wirksamer ist, um die eigentliche Struktur des Rückenmarks und des gesammten Nervensystems, die verschiedene Disposition, die Lagerungsverhältnisse und die Verbindung der sie bildenden Theile, also die gesammte topographisch-mikroskopische Anatomie des Central-Nervensystems zur klaren Anschauung zu bringen, als eben die Chromsäure.

Was nun die Lagerungsverhältnisse der Nervenelemente an verschiedenen Stellen des Rückenmarks, der *medulla oblongata*, des *pons*, der *corpora quadragemina* und des kleinen und grossen Gehirns anbetrifft, so kann ich diese, um die engen Grenzen dieser Mittheilung nicht zu überschreiten, hier nur kurz und flüchtig berühren, obgleich gerade die verschiedenartige Disposition derselben Elemente das hauptsäch-

lichste und wichtigste Fundament für das Verständniss der Struktur des gesammten Nervensystems ist. Ich muss mir diese Beschränkung umsomehr auferlegen, weil zur Erläuterung dieser interessanten und verschiedenartigen Lagerungsverhältnisse aller Nervenelemente durchaus treue Abbildungen nöthig sind. Sie allein vermitteln das vollständige Verständniss und lassen die so komplizirt erscheinenden Verhältnisse in ihrer wunderbaren Einfachheit hervortreten. Ich berühre daher hier nur die Kardinal-Punkte meiner Untersuchungen, und zwar diejenigen, welche als die schwierigsten am meisten der Aufklärung bedürfen.

Nähere und ausführliche Mittheilungen hoffe ich bald in einem besonderen, umfassenden Werke machen zu können, welches in Begleitung eines ausführlichen Atlasses erscheinen wird, mit dessen Ausführung ein ausgezeichneter und in derartigen Kunstleistungen unübertroffener Künstler und Naturforscher, Herr Assmann hierselbst, dauernd beschäftigt ist.

I. Das **Filum terminale.** Ich studirte es bei der Katze, dem Hunde und vorzüglich beim Affen, dessen *filum terminale* besonders lang und daher zur Untersuchung vorzugsweise geeignet ist. Bei dem Hunde erscheint es an feinen Durchschnitten als aus zwei in einander gesetzten Ringen bestehend, von denen der eine, der äussere, der *dura*, der andere der *pia mater* angehört. Nach Aussen zu sind diese Schnitte umgeben von quer- und schief-durchschnittenen Gruppen von Nervensträngen, meist auch von durchschnittenen Spinal-Ganglien. Bei der Katze ist das Verhältniss dasselbe; nicht aber bei dem Affen. Bei diesem erscheint für's Erste nur ein der *dura mater* angehörender Ring, welcher nicht allein von Aussen her von quer-durchschnittenen Strängen umgeben ist, sondern auch in seinem inneren Raume eine vollständige Füllung mit dergleichen Nervensträngen zeigt. Dies Verhältniss findet sich auf einer ziemlich langen Strecke vor, bis im Innern der quer-durchschnittenen Nervenfasern eine ungefähr kreisförmige Lücke zum Vorschein kommt. Auf weiteren Schnitten nach oben zu macht sich ein zweiter und zwar sehr kleiner Ring in der Mitte der bezeichneten Lücke bemerkbar. Er gehört der *pia mater* an und ist immer von quer-durchschnittenen Nervenfasern umgeben. Betrachten wir also einen Querschnitt aus dieser Gegend, so finden wir von Aussen nach Innen gehend, am weitesten nach Aussen und auf beiden Seiten Gruppen von schief- und quer-durchschnittenen seitlich ausgetretenen Nervensträngen; auf diese folgt der erste, dicke und breite Ring der *dura mater*, mit quer-durchschnittenen, parallel der Medianlinie von oben herabsteigenden Nervenfasern ausgefüllt, in deren Mitte, aber mehr nach hinten zu, der zweite, der *pia mater* angehörige, äusserst feine und kleine Ring, für's Erste ohne Füllung, zum Vorschein kommt. Hier in dieser Gegend, welche ich als das eigentliche *filum terminale* zu betrachten gesonnen bin, bedarf es nur weniger

Schnitte, um bald auch den inneren kleinen Ring als mit Markmasse angefüllt zu zeigen. Dieser Punkt stellt den Anfang und die äusserste Spitze des eigentlichen *conus medullaris* dar. Dieser selbst ist folgendermaassen beschaffen:

II. Conus medullaris. Nach hinten oder oben ist dieser Theil von zwei sehr seichten, halbmondförmigen, aus hinteren quer-durchschnittenen und sehr feinen Nervenfasern bestehenden Segmenten begrenzt, die in der Mitte durch die hintere sehr schmale und enge Fissur von einander getrennt sind. Nach vorn oder unten ist er gleichfalls von zwei halbmondförmigen Segmenten aus quer-durchschnittenen und dickeren Nervenfasern begrenzt, welche nach Innen zu nicht spitz, sondern stumpf, breit und abgerundet einander gegenübertreten, getrennt durch einen ziemlich ansehnlichen und breiten Einschnitt, die sogenannte *fissura* oder richtiger nach Reichert *sulcus medianus medullae spinalis anterior.* Diese beiden Segmente der hinteren und vorderen Nervenstränge des Rückenmarks verbinden sich zu beiden Seiten des Querschnittes nicht durch quer-durchschnittene sogenannte seitliche Stränge. Es sind desshalb auch die Seiten der in der Mitte liegenden grauen Substanz, welche hier vollständig in Biscuitform und in der Mitte mit einem Loche, dem Querdurchschnitt des Centralkanales, versehen erscheint, vollkommen frei und nur mit einem leichten Saume, welcher der *pia mater* angehört, eingefasst. Nach Aussen von der *pia mater*, um diese selbst wie auch um die vorderen Segmente her, liegen ansehnliche Gruppen von Nervenbündeln, welche von oben nach unten, theils parallel der Längsaxe, theils in schiefer Richtung herabsteigen. Diese, von der *dura mater* eingeschlossen, begrenzen den *conus medullaris* dicht von vorn und beiden Seiten, nicht aber von hinten, so dass derselbe mit den hinteren Segmenten und der diese letzteren umgebenden *pia mater* sich unmittelbar an die *dura mater* anlegt. Hieraus ersieht man, dass der *conus medullaris* nicht in der Mitte des sogenannten Pferdeschweifs, sondern nach hinten zu liegt, so dass seine hintere Partie nur von der *pia mater* und *dura mater* begrenzt wird, während alle übrigen Seiten noch von den zwischen *pia mater* und *dura mater* eingeschobenen Nervenbündeln (dem eigentlichen Pferdeschweif) umschlossen werden.

Die graue Substanz besteht hier dem grössten Theile nach aus sehr kleinen Ringen, die entweder einfach liegen oder in ihrer Mitte noch einen zweiten kleineren Ring besitzen. Die einfachen, wie die doppelten Ringe sind meist ungefärbt oder doch nur sehr schwach durch die Chromsäure tingirt. Ihre Substanz reflektirt das Licht sehr bedeutend, und die Konturen erscheinen desshalb scharf und fein. Gegen die Peripherie des Biscuits hin liegen die Ringe so dicht gedrängt, dass eine Zwischensubstanz zwischen ihnen kaum zu unterscheiden ist. Dagegen sind sie nach dem Centralkanale zu, wo sich unzählige Blutgefässe nach allen Richtungen hin

zwischen ihnen verzweigen, weniger dicht aneinander gelagert, und man bemerkt zwischen ihnen und besonders unmittelbar um den Centralkanal herum äusserst feine und glänzende Streifen oder selbst feine Maschen eines Gewebes von fein granulirtem, stellenweise netzartigem und dem elastischen Gewebe der Konfiguration nach ähnlichem Aussehen, welches alle diese Theile zusammenhält. Ich erkenne dies Gewebe hier wie überall als verkittendes Bindegewebe an, habe aber wenigstens an Chromsäure-Präparaten von eigentlichen Bindegewebskörpern trotz aller meiner Bemühungen weder beim Fisch und Frosch noch bei höher organisirten Thieren etwas entdecken können. Der Centralkanal ist hier wie überall von einem cylinderförmigen, mit Flimmern versehenen Epithelium ausgekleidet, hat eine oblonge, der Biscuitform der grauen Substanz entsprechende Gestalt, und liegt nicht in der Mitte, sondern berührt mit seinem vorderen Umriss unmittelbar die vorderen Nervenstränge, während sein hinterer Umriss weit von den hinteren feinen Nervensträngen absteht. Der Centralkanal wird also von den hinteren, die graue Substanz begrenzenden Nervensträngen durch graue Masse von ansehnlicher Breite getrennt.

Macht man in derselben Gegend einen horizontalen Längsschnitt, und zwar so, dass er die Mitte des breiten Raumes zwischen dem Centralkanale und den die graue Masse nach hinten zu begrenzenden Nervensträngen trifft, also da, wo die graue Substanz am meisten angehäuft ist, so bekommt man folgendes mikroskopische Bild.

Die äussere Form des Schnittes ist konisch, das breitere Ende nach oben, das schmälere nach unten gelegen. Zu beiden Seiten liegen links und rechts die von oben her schief oder senkrecht austretenden Nervenfasern, doppelt oder einfach konturirt. Es entsteht hierdurch das Bild eines Flechtwerkes aus den untereinander verflochtenen, theils herabsteigenden, theils austretenden Nervenbündeln. Nach Innen zu aber sieht man die der Länge nach durchschnittene, graue Masse, aus mattgrauen, in der Mitte mehr durchsichtigen Längszügen von markhaltigen oder marklosen Nerven bestehend, welche so dicht beisammen liegen, dass eine Zwischensubstanz zwischen ihnen durchaus nicht wahrnehmbar ist. An Stellen, wo diese Nerven durch den Schnitt nicht horizontal, sondern schief oder quer getroffen sind, erscheinen sie als kleine, oblonge, elliptische, ovale oder runde, scharf und fein konturirte und das Licht stark brechende Oeffnungen oder Ringe, einfach oder doppelt, d. h. mit einem äusserst feinen Ringe auch in der Mitte versehen. Derartige schiefe oder quere Durchschnitte erscheinen auch an Längsschnitten regelmässig, weil die Axencylinder aus dem Innern der grauen Masse die verschiedensten Richtungen einschlagen, um nach oben oder unten, von rechts nach links oder umgekehrt zur Peripherie zu gelangen. Macht man den horizontalen Schnitt noch tiefer,

so dass er den hinteren Umriss des Centralkanals trifft oder denselben selbst durchschneidet, so bekommt man von Innen nach Aussen:

In der Mitte den Centralkanal mit Cylinder- und Flimmer-Epithelium ausgekleidet, sodann dem Epithelium dicht anliegend einen breiten Streif von dem Substrat desselben, einem Bindegewebslager, welches aus schmalen und feinen in verschiedenen Richtungen, netzartig verflochtenen und sehr fein granulirten Maschen besteht. In diesem Lager liegen zu beiden Seiten des Centralkanals grosse Stämme von Arterien und Venen mit unzähligen feinen Verzweigungen, die einerseits um den Centralkanal selbst ein dichtes und höchst feines Capillarnetz bilden, andererseits in die graue Masse dringen und sich ausserhalb derselben weithin ausbreiten und schliesslich mit den von Aussen her eintretenden Blutgefässen kommuniziren. Weiter vom Centralkanal entfernt verschwindet allmälig das maschenartige Aussehen des Bindegewebes. Es erscheint mehr homogen und hyalin und wird theils von den oben beschriebenen Ringen, theils und insbesondere an den beiden äussern Seiten von ganzen Gruppen quer und schief durchgehender und durchschnittener, doppelt konturirter Nervenbündel durchbrochen, welche wie schwarze Flecken oder Inseln von verschiedener Dimension und Form aussehen, ohne dass man desshalb ihre Struktur verkennen kann. Zuletzt ganz nach der Peripherie der grauen Substanz zu erblickt man deutlich der Länge nach hinziehende markhaltige und marklose Nervenbündel, welche so dicht beisammen liegen, dass die Zwischensubstanz (Bindegewebe), welche nahe am Centralkanale sichtbar war, hier durchaus nicht zu unterscheiden ist. Nach Aussen von der grauen Substanz gehen, wie schon früher beschrieben wurde, die dieselbe begrenzenden und austretenden Nervenstränge.

Macht man aber einen Querschnitt höher oben durch den *conus medullaris*, so bleiben die Verhältnisse, was die graue Substanz anbetrifft und die sie umgebenden Segmente von quer-durchgeschnittenen hinteren und vorderen Nervensträngen, sich gleich, nur mit dem Unterschiede, dass, entsprechend der Höhe des Schnittes, die graue Masse im Umfange bedeutend zunimmt. Ihre beiden Seiten sind nun auch von den Nervensträngen bekleidet, die Biscuitform aber ist in eine Lyraform verwandelt, so dass man die hinteren, wie die vorderen Hörner der grauen Substanz von nun an zu unterscheiden im Stande ist. Von den Commissuren ist weder die hintere noch die vordere ausgebildet, ebenso fehlen die Bewegungs- und Empfindungszellen noch gänzlich. Dagegen ist sehr bemerkenswerth, dass man hier bestimmt und zwar ebenso in den hinteren, wie in den vorderen Hörnern schon die sympathischen Zellen eingelagert findet, und zwar solche, welche der zweiten von mir angegebenen Abart angehören. Diese Zellen also treten als eigentliche Nervenelemente hier vor allen übrigen und zuerst auf. Dass das Volumen der die graue

Masse umgebenden Nervenstränge ebenfalls stark zunimmt, versteht sich von selbst.

Macht man nun aber einen Querschnitt in dem *conus medullaris* an der Stelle, wo er kontinuirlich in die Sacral-Anschwellung übergeht und an dieser selbst, da also, wo die beiden Commissuren auftreten, so gewinnt man das folgende, sehr belehrende und über die Struktur- und Texturverhältnisse des Rückenmarks vollständigen Aufschluss gebende Bild.

III. Die **Sacral-Anschwellung (intumescentia sacralis medullae-spinalis).** Die äussere Form des Rückenmarks-Querschnittes hat nach allen Dimensionen stark zugenommen; die nach Aussen hin die graue Masse umgebenden, quer-durchschnittenen vorderen und hinteren Nervenstränge schliessen als weisse Substanz in sich vollständig die graue Masse ein, und zwar:

a. Die vorderen Stränge des Rückenmarks mit den dickeren, und zwar in Bündeln vereinigten Nervenfasern. Sie liegen symmetrisch dicht nebeneinander, haben sehr stark an Masse zugenommen und sind durch eine stark ausgesprochene Commissur verbunden. Ihre seitlichen Theile gehen ununterbrochen, ohne eine deutliche Grenze oder sonst irgend welches Merkmal in die anatomisch sogenannten seitlichen Stränge über, die sich durch nichts von den vorderen unterscheiden, und von mir also auch nicht weiter als etwas Gesondertes von den letzteren betrachtet werden. Sie reichen bis an die Austrittstelle der hinteren Nervenwurzeln, begrenzen diesen Austritt und schliessen sich eng angrenzend an den ganzen äusseren Rand der hinteren Hörner, so wie auch an die Mitte und Seitentheile der vorderen Hörner an. Auf dieser grossen Fläche, von quer-durchschnittenen vorderen Nervensträngen, die sich, was die Grösse derselben anbetrifft, überall mehr oder weniger gleichen, ist zu beachten, dass beiderseits nach oben, gegen die Spitze der vorderen Stränge und nach dem Austritte der hinteren Nervenwurzeln zu, die Dimension der einzelnen, quer-durchgeschnittenen Nervenfasern an Grösse bedeutend abnimmt, im Vergleich mit denjenigen, welche strikte vorn und zur Seite liegen. Wenn somit irgend ein diagnostisches Merkmal für die Seitenstränge gefunden werden sollte, so könnte dies das einzige sein. Auch dies Merkmal aber spricht mehr für die Vermischung der hier durchgehenden Nervenfasern aller Art als für einen eigenthümlichen Bau und eine histologische Sonderung der in der Natur gar nicht vorhandenen Seitenstränge des Rückenmarks. An dem ganzen Umfange der Masse der vorderen Stränge bemerkt man noch ausserdem nicht weit von der Peripherie einen helleren Saum, der wie ein Gürtel die übrige Masse umgiebt. Diese Erscheinung, welche an allen Schnitten aus den verschiedensten Gegenden des Rückenmarks sich bemerkbar macht, rührt daher, dass hier nahe an der Peripherie die

durchschnittenen Nervenfasern eine rein vertikale Richtung haben, also reine und desshalb auch besonders feine Querdurchschnitte darbieten, und ferner daher, dass die Nervenfasern hier nicht so dicht beisammen liegen und durch reichlicheres Bindegewebe verkittet sind, in welches von Aussen her unzählige Blutgefässe dringen. Diese Blutgefässe sind nicht in eine so dichte Masse von Bindegewebe eingebettet, wie dies sonst häufig der Fall ist, und tragen daher auch ihrerseits dazu bei, die Partie, in der sie liegen, heller erscheinen zu lassen.

b. Die hinteren Stränge mit den feineren und nicht so auffällig in Bündeln vereinigten Nervenfasern haben allmälig ihre frühere halbmondförmige Form im Querschnitt verloren und zeigen jetzt vielmehr eine dreiseitige dem Querschnitt eines Keiles vergleichbare Begrenzung und Form, deren Basis nach der Peripherie, deren Spitzen dem Centrum zugekehrt sind. Sie werden von einander durch die hintere feine Fissur getrennt und begrenzen die hinteren Hörner von Innen her dicht und vollkommen. Es ist charakteristisch und vielbedeutend, dass diese hinteren Nervenstränge durchweg aus sehr feinen Nervenfasern bestehen, welche nur undeutlich in wohlgesonderte, durch Bindegewebe abgeschlossene Bündel gruppirt erscheinen, und dass in diesem Theile überhaupt sowohl das verkittende Bindegewebe, als das die einzelnen Nervenfasern umgebende in viel geringerer Mächtigkeit vorhanden ist, als im Bereich der vorderen und der sogenannten seitlichen Stränge. Der hellere Gürtel ist auch hier bemerkbar, und seine Helligkeit beruht auf denselben schon oben erwähnten Ursachen.

Hierbei ist zu bemerken, dass der Austritt der hinteren Nervenwurzel in ganz anderer Art stattfindet, wie der der vorderen. Die für die hinteren Wurzeln bestimmten Nervenfasern sammeln sich zum Austritt in der Umgebung des hinteren Hornes der grauen Masse. Sie treten daselbst divergirend hervor, so zwar, dass die innere Partie derselben gegen die hinteren („keilförmigen") Stränge, die äussere gegen die seitlich am Rückenmark hinziehenden Nervenfasern, die mittlere endlich, die unmittelbar an der Spitze des hinteren Hornes befindlichen, direkt gegen die Peripherie ausstrahlen, und konvergiren dann sämmtlich zur Austrittsstelle der hinteren Nervenwurzeln hin. Somit treten die hinteren Nervenwurzeln aus drei Partieen von Nervenfasern zusammen, von denen die eine aus den sogenannten Seitensträngen, die zweite aus den hinteren Strängen hervortritt, während die dritte Partie als eine mittelbare Fortsetzung der an der Spitze der hinteren Hörner unmittelbar ausstrahlenden Axencylinder anzusehen ist. An der Peripherie verbinden sich die drei Wurzeln zu einem Bündel und gehen zu dem *ganglion spinale* hin, wo sie den vorderen Wurzeln begegnen. Diese bestehen aus Nervenfasern, welche, ihren Charakter d. h. ihre Dicke und doppelte Kontur beibehaltend, strahlenförmig aus

verschiedenen Gegenden der vorderen Hörner, und zwar in deren ganzem Umfange, in Nervenbündel von verschiedener Dicke vereinigt, heraustreten.

Auch die graue Substanz hat in gleichem Fortschritt mit der sie von allen Seiten umgebenden weissen Substanz (den Rückenmarkssträngen) ihre Gestalt etc. verändert. Wir betrachten an und in ihr:

c. den Centralkanal. Er hat seine ovale Form, deren Längsdurchmesser nach vorn fast die vorderen Nervenstränge berührte, nach hinten aber bedeutend von den hinteren Nervensträngen abstand, jetzt nicht allein im Umfange bedeutend reduzirt, sondern zugleich eine mehr runde, von vorn nach hinten mehr abgeplattete Form angenommen. Er ist also kleiner geworden und sein längster Durchmesser nunmehr von rechts nach links gerichtet. Nach Innen zu ist er auch hier, wie überall, mit cylinderförmigem Flimmer-Epithelium ausgekleidet, nach Aussen zu, wie früher, mit streifiger, maschiger und feinkörnig, aber ohne Spur von Bindegewebskörpern erscheinender Bindesubstanz mit grossem Gefässreichthum umgeben. Diese Bindesubstanz geht ohne bestimmte Grenze in eine homogene über, welche die hier unzählbaren Nervenelemente trennt und einschliesst. Ehe ich die Lagerungsverhältnisse dieser Nervenelemente genauer beschreibe, muss ich ausdrücklich bemerken, dass ich hier einen Querschnitt in der *intumescentia sacralis* schildere, welcher durchaus nicht als Muster für alle übrigen Gegenden des Rückenmarks angesehen werden darf. Im Gegentheil hat jede einzelne Region des Rückenmarks, wie wir weiterhin auseinandersetzen werden, ein bestimmtes, eigenthümliches und ihr ausschliesslich zukommendes Lagerungsverhältniss ihrer Elemente, also ihre eigene topographisch-mikroskopische Anatomie, durch welche sie sich von allen anderen bestimmt und wesentlich unterscheidet. Ja, ich behaupte ausdrücklich, dass die äussere Form eines Rückenmarks-Querschnittes so verschieden, wie sie in verschiedenen Gegenden der *medulla spinalis* auftritt, in der Disposition ihrer Elemente einen adäquaten Ausdruck für die funktionelle Bedeutung der betreffenden Region darbietet, dass somit die Form als ein Ausdruck des inneren Wesens der betreffenden Gegenden zu betrachten sei.

d. Die hinteren Hörner sind, wie gesagt, durch die beiden keilförmig gestalteten, auf dem Querschnitt stumpf dreieckig geformten hinteren Rückenmarksstränge von einander geschieden. Sie laufen mit ihren hier abgerundeten Spitzen fast bis zur Peripherie und sind hier an ihrem äusseren Rande ebensowohl oben, wie an den Seiten durchsichtig hell. Diese Durchsichtigkeit der Substanz wird von jenen kleinen, schon oben erwähnten einfachen oder doppelten Ringen oder Oeffnungen (quer- oder schräg-durchschnittene feine Längs-Nervenfasern, vergl. später) durchbrochen, von denen die runden in unzählbarer Menge an der Peripherie der

Hörner, die ovalen und elliptischen dagegen mehr in der Mitte und an der Basis derselben sich zeigen. Zwischen diesen Ringen ziehen unzählige, mattgraue, manchmal auch durch Chromsäure gelblich, aber immer hellgefärbte Faserzüge, welche sich fächerartig ausbreiten und in ihrem Diameter dem der Ringe gleichen. Diese Faserzüge laufen an der Spitze der Hörner zusammen und gehen kontinuirlich in die Axencylinder der hier austretenden, hinteren Nervenwurzeln über. An den Seiten aber setzen sie sich theils in die hinteren keilförmigen Rückenmarksstränge fort, welche die beiden hinteren Hörner trennen, theils in die sogenannten seitlichen Rükkenmarksstränge, theils endlich begeben sie sich direkt in die vorderen Hörner. Ausser diesen feinen Faserzügen trifft man aber auch bedeutend gröbere und zwar doppelt konturirte Nervenfasern, die aus den vorderen Hörnern in die hinteren und zu den Wurzeln der hinteren Nerven in konstantem Zuge streichen. Am Besten lässt sich der Faserzug in den hinteren Hörnern mit der Fahne einer Feder vergleichen. Nach der Basis und gegen den äusseren Rand der hinteren Hörner zu werden diese Faserzüge durch verschieden geformte Inseln von quer-durchschnittenen Nervenfasern unterbrochen. Zwischen ihnen, sowie nach der Spitze des Hornes und an dem inneren Rande desselben liegen gruppenweise die spindelförmigen Zellen mit meist drei Ausläufern eingebettet, die ich Empfindungszellen genannt habe. Von diesen Ausläufern lässt sich der eine deutlich in seinem Laufe nach Innen, zum Centralkanal, und dann weiter oberhalb desselben in seinem Uebergange auf die andere Seite zur Bildung der hinteren Commissur verfolgen. Die beiden anderen gehen entweder direkt an die äusserste Grenze des Hornes und hier in die austretenden Nerven über, oder sie treten aus beiden Seiten des Hornes aus, d. h. entweder nach Innen in die hinteren Nervenstränge oder nach Aussen in die sogenannten Seitenstränge.

Eine homogene und fein granulirte Bindesubstanz verkittet sowohl die Ringe als die Nervenzellen und die von ihnen entspringenden Faserzüge untereinander, ist aber nur da deutlich zu sehen, wo die Nervenelemente weniger dicht beisammenliegen, wie z. B. an der Basis der hinteren und vorderen Hörner um den Centralkanal herum, wo diese Bindesubstanz zugleich eine Menge von Blutgefässen in sich schliesst. Von eigentlichen Bindegewebskörpern ist auch hier keine Spur zu entdecken, wenn nicht die von mir sogenannten und angegebenen Empfindungszellen oder die beschriebenen einfachen und doppelten Ringe für dergleichen gehalten werden sollen, was, wie wir sogleich sehen werden, durchaus unstatthaft ist.

Die Empfindungs-Nervenzellen zunächst unterscheiden sich von den Zellen des Bindegewebes erstens durch ihre Grösse und zweitens dadurch, dass der mit einem Kernkörperchen versehene Kern und die umgebende Zellenmembran deutlich von

einander gesondert sind. Die Zellenmembran berührt den Kern nicht, sondern der bedeutende Zwischenraum zwischen beiden ist mit einer feinkörnigen Masse erfüllt, welche von allen Seiten den Kern umgiebt. Ebenso wird in dem Innern des Kernes, wenigstens bei Chromsäure-Präparaten, das deutliche Kernkörperchen von derselben, feinkörnigen Masse umgeben. Wenn ferner drittens, wie Einige wollen, die Färbung durch Chromsäure als das einzige, nicht allein mehr oder weniger sichere, sondern geradezu unfehlbare Hilfsmittel zur Diagnose der Nervenzellen, gegenüber den Bindegewebszellen, gelten soll (was übrigens, wie schon auseinandergesetzt wurde, nicht statuirt werden kann); so erfreuen sich unsere Empfindungs-Nervenzellen der Beglaubigung durch dieses Diagnostikum im vollsten Maasse. Sie werden durch die Chromsäure nicht allein gelb, sondern selbst gelbbraun und braunröthlich gefärbt und dadurch als Elemente von wahrer Nervennatur bezeichnet. Viertens endlich besitzen unsere Zellen nie eine Sternform. Und kommt auch in höchst seltenen Fällen eine solche vor, so spricht dies ja keinesweges gegen ihre Nervenzellennatur. Sind doch die grossen Zellen alle sternförmig, und dennoch wird ihrer wahren Nervennatur dadurch in keiner Weise Abbruch gethan; hauptsächlich aber gilt hier bei der Beurtheilung der Nervennatur dieser Zellen jener Satz, den ich für die Kritik aller Nervenzellen im Anfange dieser Abhandlung aufstellte: dass man nämlich nicht ein einzelnes oder mehrere einzelne Merkmale als Grundlage der Diagnose aufzufassen, sondern die Summa aller Eigenschaften in ihrer Totalität in Erwägung zu ziehen habe. Man berücksichtige also hauptsächlich, dass

a. eine deutliche Ausbreitung und Verbindung der Ausläufer oder Axencylinder von den fraglichen Zellen aus wahrzunehmen ist;

b. dass ein unmittelbarer, kontinuirlicher Uebergang dieser Ausläufer als Axencylinder in die Nervenröhren oder besser in die Primitivfasern der Nerven stattfindet;

c. dass die fraglichen Zellen konstant bei allen Thieren ohne Ausnahme wiederkehren und zwar: an den hinteren Hörnern des Rückenmarks, in ungeheuerer Menge in der *medulla oblongata*, wo die hinteren Hörner des Rückenmarks so unmittelbar und kontinuirlich in die graue Masse der zarten *fasciculi graciles* und keilförmigen Stränge *(fasc. cuneati)*, sowie in die Oliven- und Neben-Olivenkörper übergehen, dass diese letzteren, so wie auch die zarten und keilförmigen Stränge und somit die Hauptmasse der ganzen *medulla oblongata*, nur als besonders starke Entwickelung der hinteren Hörner der *medulla spinalis* zu betrachten ist. Es finden sich ferner unsere Zellen in dem kleinen Gehirn, den *corpora quadragemina*, in der ganzen Masse der grossen Hemisphären, dem *cornu Ammonis*, den

corpora stricta, den *Thalami N. N. opticorum,* kurz in der ganzen grossen Hirnmasse und dem Ursprunge aller Hirnnerven. Das Vorkommen der Empfindungszellen bei dem Ursprunge aller Gehirnnerven ist mir Veranlassung gewesen, eine genaue Untersuchung des Rückenmarks vorzunehmen, mit der Ueberzeugung, dass diese Empfindungszellen auch in dem Rückenmarke nothwendig vorhanden sein müssen. Aus allen diesen Gründen geht die Nervennatur dieser Zellen ohne Weiteres hervor. Will man aber unsere Beweise nicht gelten lassen und diese Zellen für Bindegewebszellen erklären — so wird man konsequenter Weise annehmen müssen, dass das ganze Nervensystem, vorzüglich aber das grosse Hirn mit allen seinen Dependenzen und die *medulla oblongata*, die das Rückenmark mit dem kleinen und grossen Hirn verbindet, nur Bindegewebemasse seien, denn die letzte Station, wo noch die grossen multipolaren Nervenzellen vorkommen, sind die *corpora quadrigemina* und zwar bei dem Ursprunge des *Oculomotorius.* In der *medulla oblongata*, wo sie mit dem Beginn des *calamus scriptorius* zu verschwinden anfangen, fehlen diese grossen multipolaren Nervenzellen auf der ganzen ziemlich bedeutenden Strecke bis zum Austritt des *Trigeminus* und des *Acusticus* gänzlich und werden in den Neben-Oliven und Oliven durch die eigentlichen Empfindungs-Nervenzellen, durch sympathische Zellen der zweiten Abart, sowie durch die *decussatio corp. pyramidalium* ersetzt! Soll darum die *medulla oblongata* lediglich als eine Bindegewebsbrücke zwischen der *medulla spinalis* und dem kleinen und grossen Hirn betrachtet werden? — Ich bin der Meinung, dass Niemand es über sich nehmen wird, diese nothwendige Konsequenz zu ziehen.

Die von mir so oft erwähnten kleinen, kreisrunden, ovalen oder elliptischen, einfachen oder doppelten Ringe, welche in den Zwischenräumen zwischen den eigentlichen Nervenelementen (abgesehen vom Bindegewebe und den Blutgefässen) im ganzen Bezirke der grauen Masse vorkommen und ebenso in den vorderen Hörnern zwischen den Bewegungszellen, wie in den hinteren Hörnern zwischen den Empfindungszellen eingelagert sind, diese kleinen Ringe waren das schwierigste und wichtigste Objekt meiner ganzen Untersuchung. Sie bilden konstant die Hauptmasse der ganzen grauen Substanz, vorzüglich aber den inneren und äusseren Rand, wie auch die Spitze der hinteren Hörner. Die letzteren Stellen im Rückenmarke wurden von jeher als *substantia gelatinosa Rolandi* anatomisch bezeichnet. Sie geht ununterbrochen in das die Hörner umgebende und die Nervenstränge zusammenhaltende Bindegewebe über, und wird von mir, wie schon angedeutet wurde, für ein Aggregat von Axencylindern oder Ausläufern von verschiedenen Nervenzellen (Bewegungs-, Empfindungs-, sympathischen) gehalten, die quer, schief, kurz in allen Richtungen durchschnitten sind, und entweder nackt für sich allein verlaufen oder

mit Markmasse umgeben sind. Die ersteren, die nackten Axencylinder, geben, durchschnitten, die einfach konturirten, die mit Markmasse umgebenen die doppelt konturirten Ringe. Diese sind also Durchschnitte von marklosen und markhaltigen Nervenfasern und die Streifenzüge in denselben Nervenfaserzüge, nicht aber Bindegewebszüge. Die Ueberzeugung, dass dies wirklich der Fall ist, habe ich durch die verschiedensten Verfahrungsweisen zu ermitteln gesucht, von denen ich die hauptsächlichsten hier anführe:

I. Ich liess verschiedene Thiere mit dem Rückenmark und Gehirn drei Tage lang in einem durch Salzsäure etwas angesäuerten Wasser ununterbrochen kochen, so dass die Knochen fast in eine Gallert verwandelt wurden und auseinanderfielen. Dann nahm ich das Rückenmark und Gehirn heraus und versetzte einen Theil davon direkt in Chromsäure, den anderen Theil kochte ich noch eine Stunde in Aether, legte ihn dann in eine schwache Lösung von Schwefelsäure, und nachdem er einige Wochen darin gelegen hatte, brachte ich ihn in Chromsäure. Alles dies that ich in der Absicht, das Bindegewebe, so wie das Nervenmark möglichst zu entfernen, um dadurch eine klare Einsicht in die Natur und die Verhältnisse der grauen Masse und der sie wesentlich konstituirenden Elemente zu erlangen.

Der Effekt des ersten Verfahrens war der, dass das Rückenmark wie die Gehirnmasse zunächst im Allgemeinen ziemlich stark zusammenschrumpften. Alle Theile ohne Ausnahme fielen zusammen, aber das Bild, was ich von den hinteren Hörnern gegeben habe, trat nur um so deutlicher hervor. Die Empfindungszellen waren vortrefflich gefärbt und in ihrer Zellennatur unversehrt geblieben, die Ausläufer derselben, wie auch die Nervenfaserzüge traten klarer und deutlicher hervor. Die angeführten einfach und doppelt konturirten Ringe, und selbst das Cylinder-Epithelium mit seinen Flimmern war unangegriffen geblieben. Gehörten also die von mir beschriebenen Nervenfaserzüge zu den bindegewebigen Elementen, so hätten sie nothwendigerweise verschwunden sein müssen. Dies war aber nicht der Fall, sondern gerade das Gegentheil davon hatte stattgehabt. Was aber die einfach und doppelt konturirten Ringe betrifft, so lehrt der Längsschnitt, dass sie nicht als Konturen zellenartiger Körper, sondern als Durchschnitte von Axencylindern zu betrachten sind.

Die auf diese Weise gewonnenen Schnitte wurden ausserdem noch mit Essigsäure, verdünnter Schwefelsäure, Kali- und Natronlösungen behandelt, und entweder behielten sie, wenn sie nicht zu lange mit den Reagentien behandelt wurden, alle sie auszeichnenden Charaktere, oder es verschwand im entgegengesetzten Falle alles Bildliche, vorzüglich bei Zusatz von Kali und Natron, und man hatte eine halbdurchsichtige, homogene, trübe Masse vor sich.

Der Effekt des zweiten Verfahrens, bei welchem das Präparat in Aether gelegt wurde, war aber noch entschiedener. Dass dabei ein fingerdiekes Stück des Rückenmarks bis zum Umfang eines Fisch-Rückenmarks sehwand, versteht sieh von selbst. Das Bild aber von den daraus genommenen Quer- und Längsschnitten war wirklieh unübertroffen sehön und klar. Alle einzelnen Elemente hatten sieh vollkommen erhalten, und aus Gründen, die mir selbst noch nieht klar sind, färbten sich einzig und allein die Empfindungs-, Bewegungs- und die sympathisehen Zellen, von denen sogleich die Rede sein wird, mit ihren Ausläufern, so dass man sieh aufs Deutlichste und Schönste über den Bau der beiden Commissuren und alle übrigen Verhältnisse unterrichten konnte. Die Ringe versehwanden nicht, sondern behielten ihre früheren, seharfen Konturen. Die zwischen ihnen liegende Substanz dagegen, d. h. das feingranulirte Bindegewebe, hatte ihr feinkörniges und feingranulirtes Aussehen verloren und war vollständig glashell geworden.

Alles dies entsehied aber nur die Frage: ob die Formelemente, deren Durchsehnitte jene oft genannten kleinen Ringe sind, Bindegewebe oder Nervengebilde seien? — und zwar entsehieden zu Gunsten ihrer Natur als Nervenelemente. Die klarste Einsicht aber und den vollen Beweis dafür, dass diese Ringe in der That quer und sehief durchschnittene, marklose oder markhaltige Axeneylinder, sowie dass die Faserzüge Nervenfaserzüge seien, lieferte erst ein glücklicher Sehnitt im *cornu Ammonis*. Die Ammons-Hörner bestehen bekanntlich aus einer spiralig gewundenen Fläehe, welehe letztere ein diehtes Lager von Empfindungszellen und ihren Ausläufern darbietet. Der horizontal durchgeführte Sehnitt trifft, weil die Fläche spiralig ist, die Zellen und ihre Ausläufer nieht nur in verschiedener Richtung, sondern auch in verschiedener Tiefe. Dadurch erhält man einen Schnitt, der folgendes Bild giebt. Naeh Aussen liegen dieht nebeneinander Nervenzellen, deren Ausläufer sich gegen die Peripherie zu mannigfaeh verästeln und so ein dichtes Netz bilden. Nach Innen zu laufen die Ausläufer in langen Zügen parallel und dicht nebeneinander, dass weder ein Zwischenraum noeh eine Zwischensubstanz zwischen ihnen bemerkbar ist, in gerader Richtung eine kurze Strecke fort und stellen eine Reihe von Axeneylindern dar, welche parallel nebeneinander liegen. Dieser Reihe zunächst liegt eine zweite, bestehend aus denselben Axeneylindern, die aber sehr sehief durchschnitten sind. Die durchschnittenen Enden derselben erseheinen desshalb als elliptische, langgezogene, einfaeh konturirte Ringe. Die zunächst folgende dritte Reihe besteht aus ovalen Ringen von derselben Besehaffenheit, und zuletzt folgt eine vierte Reihe von ganz kreisrunden, einfach konturirten und sehr dieht nebeneinander liegenden Ringen. Fasst man das ganze Bild zusammen, so hat man zuerst die Zellen, dann eine Reihe von Faserzügen, die stufenweise in die charakteristischen Schichten von

quer- und schiefdurchschnittenen Axencylindern übergehen. Vergleicht man dies Bild mit dem der *Substantia Rolandi*, so wird man sich ohne Weiteres von der Identität beider überzeugen, abgesehen von dem unwesentlichen Unterschiede, dass in den hinteren Hörnern die Faserzüge (Axencylinder) fächerartig nach allen Seiten hin verlaufen. Ein gleiches Bild bekommt man auch an den Durchschnitten der grossen Hemisphären des Gehirns, des kleinen Hirns und der *corpora quadrigemina*, also überall, wo, von den Gefässen abgehend, Axencylinder in grosser Menge und dicht nebeneinander liegen und zwar so, dass sie ihrer verschiedenen Richtung wegen auch in verschiedener Weise durch das Messer getroffen werden. Noch muss ich hinzufügen, dass recht schräge und feine Schnitte durch die feinen Nerven der Hinterstränge, oder was am Besten gelingt, durch ein Spinalganglion und die ein- und austretenden Nerven desselben ein gleiches, nur gröberes Bild zur Erscheinung bringen; gröber insofern, als in diesem Falle nicht allein die nackten Axencylinder, sondern auch die markhaltigen und die doppelt konturirten Nervenfasern durchschnitten werden. Die Verschiedenheit der Grösse dieser Ringe darf Niemanden befremden. Sie ist abhängig von der verschiedenen Dicke der Axencylinder, resp. der Zellen, von welchen sie abstammen; sie variirt ferner nach den verschiedenen Thierklassen ausserordentlich. So zeichnen sich bei den Fischen bekanntlich die Axencylinder theils durch ihre besondere Dicke, theils dadurch aus, dass sie im Rückenmarke bei Weitem lockerer liegen, als dies bei Säugethieren der Fall ist. Es kommt desshalb bei den Fischen auch das Bindegewebe, welches die Axencylinder umhüllt, mehr zum Vorschein, aber freilich auch bei ihnen ohne Bindegewebskörperchen und von derselben Beschaffenheit, wie oben angegeben wurde. Ein Horizontalschnitt am kleinen Gehirn der Fische giebt ein durchaus ähnliches Bild, wie ein Schnitt durchs *cornu Ammonis* etc. bei höheren Thieren. Diese Schnitte bei verschiedenen Thieren und aus den angegebenen Gegenden tausendfach gemacht, streng und verschiedenartig geprüft, gaben mir den Schlüssel zum Verständniss dieses schwierigsten Punktes der ganzen Untersuchung, wie auch zur Entscheidung der von derselben abhängigen, wichtigsten Fragen.

Gehen wir ferner zu den weiteren Präparationsweisen über, die wir zur Ermittelung der Natur der Ringe angewendet, so ergaben

II. die Schnitte an dem getrockneten Rückenmarke folgende Resultate:

a. mit Schwefelsäure behandelt (20 pCt.) lockerten sich die Schnitte unbedeutend auf, die Konturen der Axencylinder und der ihnen entsprechenden Zellen traten ziemlich deutlich hervor, so dass man die beiden Commissuren, vorzüglich die hintere, sehr gut unterscheiden konnte. An der Spitze wie an den Seiten der

hinteren Hörner traten die oben geschilderten Verhältnisse ohne Veränderung, nur weniger deutlich hervor. Doch waren die Ringe, so wie die fächerartige Ausbreitung der Axencylinderzüge wohl zu unterscheiden.

b. Mit concentrirter Essigsäure behandelt lockerten sich die Schnitte etwas stärker, wurden aber dabei undurchsichtiger, doch konnte man die Züge der Axencylinder besonders gut wahrnehmen, weniger die Zellen selbst.

c. Die mit Kali (5 pCt.) behandelten Schnitte gewährten das beste Bild. Die Schnitte lockerten sich so stark auf, dass sie ihre natürlichen Konturen und Dimensionen erreichten. Die hintere und die vordere Commissur traten mit ihren entsprechenden Zellen sehr deutlich hervor; an der ***substantia Rolandi***, wie im ganzen Umfange der grauen Masse wurden die einfachen und doppelt konturirten Ringe nebst den Faserzügen sichtbar, und behielten selbst, nachdem sie 24 Stunden in derselben Kalilösung gelegen hatten, dieselbe Schärfe der durch Kalilösung unveränderten Konturen. Alle diese aus getrocknetem Rückenmarke gewonnenen und mit verschiedenen Reagentien behandelten Schnitte, wurden auf 24 Stunden in destillirtes Wasser gelegt und sodann wiederum geprüft. Sie behielten alle mehr oder weniger dieselbe Beschaffenheit. Ein Theil von ihnen aber wurde auf 14 Tage in

d. Schwefeläther gelegt und wiederum mikroskopisch geprüft. Auch nach dieser Manipulation zeigte sich die *sub c* und *d* geschilderte Beschaffenheit der Schnitte, nur mit der Modifikation, dass durch die Einwirkung des Schwefeläthers ein Theil des Nervenmarks ausgezogen und der Schnitt dadurch heller und durchsichtiger geworden war.

Die vorderen Hörner werden von den hinteren durch keine Grenze geschieden, sondern bilden im Gegentheil mit ihnen ein vollständiges, zusammengehöriges Ganze. Denn die centrale graue Masse des Rückenmarks, welche zugleich mit der ihr zum *Stroma* dienenden Bindesubstanz bekanntlich ein *Continuum* durch das ganze Rückenmark darstellt, zeigt sich im Allgemeinen von wesentlich gleicher Beschaffenheit, und namentlich sind auch irgendwie auffällige Abweichungen im Textur- und Strukturverhalten der Bindesubstanz nicht bemerkbar. Im Speziellen jedoch unterscheiden sich die vorderen Hörner von den hinteren durch ihre äussere, wohlbekannte Begrenzung, die in verschiedenen Gegenden des Rückenmarks verschiedenen Variationen unterliegt, besonders aber auch durch die Anwesenheit der von mir sogenannten Bewegungszellen, jener Nervenzellen, welche in allen Beziehungen so charakteristische Unterschiede von den Empfindungs- und sympathischen Zellen darbieten. Diese grossen, multipolaren, sternförmigen Zellen kommen zwar nicht ausschliesslich, aber doch vorzugsweise in den vorderen Hörnern vor. Sie haben

wenigstens zweimal so dicke Ausläufer, als die Empfindungszellen; diese Ausläufer theilen sich sehr oft und deutlich und dienen eben so oft zur gegenseitigen Verbindung der Bewegungszellen unter einander an einer und derselben Seite. Ausserdem aber werden die Ausläufer zur Bildung der vorderen gekreuzten Commissur und somit zur gegenseitigen Verbindung der beiden symmetrisch in beiden Hörnern liegenden Gruppen von Zellen verwandt. Dass diese vordere Commissur mit Bindegewebszügen reichlich versorgt ist, und dass diese letzteren auch mit den in ihnen verlaufenden Blutgefässen wesentlich in die Zusammensetzung der vorderen Commissur eingreifen, unterliegt nicht allein keinem Zweifel, sondern ist geradezu für die vordere Commissur, wie für alle Regionen des Central-Nervensystems, wo die grossen multipolaren Zellen und ihre Commissuren vorkommen, charakteristisch. Die von diesen Zellen nach Aussen gehenden Ausläufer durchsetzen zur Bildung der vorderen oder motorischen Wurzeln strahlenförmig die sie umgebenden vorderen Rükkenmarksstränge, meistens zu zweien, dreien, ja bis zur Zahl von sechsen mit einander verbunden. Die Axencylinder behalten dabei ihre Dicke und unterscheiden sich dadurch besonders von den Empfindungs-Axencylindern. Durch diesen vielseitigen Austritt von Ausläufern und deren gegenseitige Verbindung, Theilung und verschiedenartigen Verlauf (nach oben und unten, bei dem direkten Uebergange in die vorderen Stränge oder in die hinteren Hörner) und nach den Seiten, kurz nach allen möglichen Richtungen, entsteht ein unentwirrbares Geflecht, ein Netz, in dessen Maschen ausser dem Bindegewebe und den in den vorderen Hörnern vorzüglich angehäuften und ramifizirten Blutgefässen auch eine Füllungsmasse von marklosen und markhaltigen in verschiedenen Richtungen durchschnittenen Nervenbündeln eingebettet liegt. Die letzteren prävaliren hier am bedeutendsten, und es beruht darauf die mehr graue Färbung und die Undurchsichtigkeit der vorderen Hörner, im Vergleich mit den hinteren. Die vorderen Hörner sind gleich den hinteren mit einem durch Bindesubstanz gebildeten lichteren Saume umgeben. Von diesem Saume gehen, wie dies auch bei den hinteren Hörnern der Fall ist, Fortsätze kontinuirlich in die Zwischenräume zwischen den einzeln gruppirten und die Hörner von allen Seiten umgebenden Nervenfasern der vorderen Stränge aus. Die Form der Zellen ist eine höchst mannigfaltige. Durchschnittlich ist sie allerdings unregelmässig sternförmig, oft aber kommen Formen, die lebhaft an einen Kolben oder eine bauchig angeschwollene Spindel erinnern, vor, und diese Veränderlichkeit oder Mannigfaltigkeit der Form ist nach meinem Dafürhalten auch als ein Characteristicum für diese Zellen gegenüber allen übrigen festzuhalten. Der Inhalt der Zellen selbst, wie auch der des Kernes und der Kernkörperchen selbst unterscheidet sich, wenigstens mikroskopisch, durch nichts von dem Inhalte der Empfindungszellen.

Ausser diesen beiden Arten von Zellen sind hier, d. h. in der Sacral-Anschwellung, wie überall im ganzen Verlaufe des Rückenmarks, die sympathischen Zellen, und zwar die von mir konstatirte zweite Abart derselben, angehäuft. Sie liegen gruppenweise in abgerundeten und mit Bindegewebe abgeschlossenen, stark mit Blutgefässen versehenen Räumen, und zwar vorzüglich an der äusseren Seite des vorderen Hornes, in der Gegend des äusseren Winkels desselben. Ihre Charaktere sind bekannt und im Anfange meiner Schrift schon erwähnt. Ich habe hier nur beizufügen, dass ihre Gegenwart oder Abwesenheit sich an einem Querschnitte schon dem blossen Auge durch einen lichten Fleck kundgiebt, welchen man an der Stelle, wo sie angehäuft sind, bemerkt. Dieser Fleck rührt davon her, dass diese Zellen ausser ihren übrigen Eigenschaften noch durch die Helligkeit ihres Inhaltes von allen übrigen, wie von den ihnen zunächst verwandten in den Spinalganglien anwesenden sympathischen Zellen unterschieden sind. Ihre Lagerungs-Verhältnisse sind dieselben wie die der übrigen Zellen und je nach der Gegend des Rückenmarks verschieden. Sie tragen nicht wenig zur Charakterisirung der topographischen Bilder aus den verschiedenen Gegenden des Rückenmarks bei. Auch diese Zellen betheiligen sich, abgesehen von den Verbindungen untereinander auf einer und derselben Seite, wesentlich bei der Bildung der Commissuren, indem sie je nach ihrer Lage ihre Ausläufer entweder in die hintere oder vordere Commissur hineinsenden oder auch beide Commissuren mit Ausläufern versorgen. Ich berichtige demnach meine in meiner letzten Notiz, pag. 386, gemachten Angaben, wo es heisst: „5) die sympathischen Zellen aber haben keine Commissur," und erkläre mich jetzt dahin, dass die sympathischen Zellen zweiter Abart, überall wo sie vorkommen, entweder für sich Commissuren bilden, wie in der *medulla oblongata*, oder je nach ihrer Lage an der Bildung entweder der vorderen oder der hinteren Commissur Theil nehmen, wie dies z. B. im Rückenmarke, im kleinen Gehirn und in den *corpora quadragemina* der Fall ist.

Ein einzelner Längsschnitt aus derselben Gegend (Sacral-Anschwellung) giebt weder über die Nervenelemente, noch über ihre Lagerungs-Verhältnisse irgend einen Aufschluss. Es bedarf durchaus einer ganzen Folge von Längsschnitten von der äussersten Peripherie, wo die hinteren Nerven austreten, bis zur äussersten Stelle nach vorn zu, wo die vordere Commissur völlig aufhört, um eine klare Anschauung über die Lagerungs-Verhältnisse und die Verbindung der Nervenelemente vorzüglich, was die Empfindungszellen und ihre hintere Commissur anbetrifft, zu gewinnen. Es würde hier zu weit führen, hier jeden dieser Schnitte zu beschreiben; ich empfehle sie nur Jedem, dem die Sache naheliegt, und beschränke mich hier auf den wich-

tigsten Punkt der Controverse, d. i. die hintere Commissur und die sie bildenden Empfindungszellen.

Das Bild ist folgendes: In der Mitte liegt der stellenweis durchschnittene Centralkanal mit Flimmer-Epithelium ausgekleidet, welches an horizontalen Längsschnitten vorzüglich gut zum Vorschein kommt. Nach beiden Seiten hin folgt ein lichterer Saum von Bindesubstanz mit Blutgefässen, welche an diesen Schnitten besonders deutlich sind. Dieser Saum geht ununterbrochen in ein beiderseitig angrenzendes, mächtiges und hier an der Sacral-Anschwellung einzig und allein aus Empfindungszellen bestehendes Lager der grauen Substanz über, welches links und rechts nach der Peripherie zu durch die, theils der Länge nach durchschnittenen, theils unversehrten Rückenmarksstränge, die den sogenannten Seitensträngen angehören, scharf begrenzt ist. Die Empfindungszellen liegen hier in zahlloser Menge mit ihrem längsten Durchmesser quer gerichtet. Der eine ihrer Ausläufer geht in der Regel zur anderen Hälfte über, trägt zur Bildung der hinteren Commissur bei und ist daher als Commissur-Axencylinder zu betrachten. Die übrigen beiden gehen zur Peripherie, und vermischen sich entweder mit den zur Seite liegenden Rückenmarkssträngen, an deren Verlaufe sie sich betheiligen, oder sie durchsetzen in querer und schiefer Richtung die ganze Masse der zur Seite liegenden äusserlichen oder seitlichen Stränge und treten als Wurzel des hinteren Nerven heraus. Die Commissur-Axencylinder kreuzen sich nicht, sondern liegen sehr dicht und parallel nebeneinander, oder höchstens stellenweise einer den andern deckend. Sie sind durch ihre Feinheit, ihre sehr scharfen aber feinen Konturen ausgezeichnet. Ihren unmittelbaren Ursprung aus den Zellen, so wie ihren Uebergang von der einen auf die andere Seite, kann man hier mannigfach und häufig beobachten. Eine Zwischensubstanz ist zwischen den einzelnen nicht bemerkbar; nur auf besonders gut gelungenen Schnitten sieht man die äusserst feinen Bindegewebsfasern, welche sie trennen. Die feinsten Blutgefässe, feiner selbst als die feinsten Axencylinder, durchsetzen in allen Richtungen die Commissur und sind hier vortrefflich zu sehen. Da aber der Centralkanal cylinderisch ist, die hintere Commissur ihm dicht anliegt und die hier liegenden Zellen ihre Ausläufer nach oben in die hinteren Hörner richten müssen und somit einen Bogen bilden, so werden die Axencylinder auf diesen Längsschnitten schief und quer durchschnitten. Wir erhalten daher hier auch dasselbe Bild, wie an der *substantia Rolandi*, nur mit dem Unterschiede, dass wir hier lediglich einfach konturirte, ovale und runde Ringe (quere und schiefe Durchschnitte der feinen Axencylinder der Empfindungszellen) bekommen, die reihenweise und schichtenweise zu beiden Seiten des Centralkanals klar zu Tage liegen. Gerade in der Mitte der Commissur bemerkt man noch einen tieferen Schatten, einen Streifen, welcher nach

beiden Seiten hin sanft in's Lichtere übergehend, der Länge nach die hintere Commissur durchzieht. Dieser Streifen ist als ein Ausdruck der hier an der Wölbung des durch die Commissur gebildeten Bogens besonders dicht nebeneinander liegenden Axencylinder zu betrachten. Das Bild und die Verhältnisse, die ich hier beschrieben habe, treten an gelungenen Schnitten so deutlich hervor, dass, wer sie einmal gesehen hat, zugleich die Ueberzeugung von der Richtigkeit unserer Auffassung für immer davontragen wird.

Will man aber ein vollständiges Bild der hinteren und vorderen Commissur, der Empfindungs- und Bewegungszellen, der Eigenthümlichkeiten, die diesen Commissuren und Zellen eigen sind und ihrer Unterschiede von einander mit einem Blicke umfassen, so benutze man dazu einen schrägen Längsschnitt, welcher den Centralkanal, die beiden Commissuren und nothwendigerweise auch die hinteren und vorderen Hörner recht schräge durchschneidet. Dann ist das Bild vollständig, und ebenso vollständig muss auch die Ueberzeugung sein, die durch dies Bild begründet wird. Man wird hierbei zugleich auf einige topographische Eigenthümlichkeiten aufmerksam werden, indem man hier an der Sacral-Anschwellung findet, dass die Empfindungszellen aus den hinteren Hörnern noch tief in die vorderen herabsteigen und zu beiden Seiten des *sulcus anterior*, nach Innen zu von den Bewegungszellen ihre Lage behaupten.

Als maassgebend für die Ortsorientirung an horizontalen oder Längsschnitten gilt der Querschnitt aus derselben Gegend des Rückenmarks. Hauptsächlich aber sind für die hinteren und oberen Regionen die beiden keilförmigen Hälften der hinteren Rückenmarksstränge zu berücksichtigen. Je schmaler diese werden, um so tiefer, d. h. mehr nach dem Centralkanale hin, ist der Schnitt durch die hinteren Hörner geführt. Die mittleren Schnitte charakterisirt der Centralkanal, und über die Gegend eines Schnittes durch die vorderen Hörner entscheidet die Dickenzunahme der vorderen Stränge mit der Abnahme des Umfanges der vorderen Commissur ziemlich genau, die Gegend und die Tiefe des Schnittes bestimmend.

Noch verdient ein interessanter Horizontalschnitt hier Erwähnung, der nur die Spitzen und die diesen zunächstliegenden seitlichen Theile der hinteren Hörner berührt, also nur die sogenannte *substantia Rolandi* durchschneidet. Statt des Centralkanals hat man hier in der Mitte: die der Länge nach durchschnittenen und von einander durch die Fissur getrennten hinteren Rückenmarksstränge; nach Aussen und zur Seite derselben sieht man die der Länge nach ziehenden feinen Axencylinder, welche von den beschriebenen, runden, ovalen und elliptischen, doppelt oder einfach kontinuirten Ringen (den quer oder schräg durchschnittenen Axencylindern) stellenweise durchbrochen werden. Drückt man einen solchen Schnitt (manchmal

geschieht es durch den Zug des Messers), so trennen sich stellenweise die der Länge nach ziehenden nackten und markhaltigen Axencylinder von einander und man überzeugt sich auf diese Weise wiederholt von ihrer wahren Nervennatur und von dem spärlichen Vorhandensein des sie verkittenden Bindegewebes, welches in höchst feinen und unregelmässigen, sehr kleinen Fetzen, die beim Auseinanderweichen der Axencylinder entstandenen kleinen Lücken durchzieht. Sie werden ausserdem noch von verschiedenen, grossen, dunklen Partieen durchbrochen, die Inseln von verschiedener Form gleichen und die Stellen der austretenden Nervenbündel bezeichnen. Ganz nach Aussen wird diese Substanz durch Züge von Nervenfasern begrenzt, welche den sogenannten Seitensträngen angehören.

Wenn ich in dem Vorhergehenden so oft von Blutgefässen, von ihrer Lage und ihren Verzweigungen mit einer gewissen Bestimmtheit sprach, so geschah es aus dem Grunde, weil mir der Zufall eine wirklich schöne und seltene Gelegenheit, um die Gefässe am Rückenmarke zu studiren, am Rückenmarke eines Affen, der an Rückenmarksentzündung zu Grunde ging, darbot. An diesem Rückenmarke waren nicht allein die groben, sondern auch die allerfeinsten Blutgefässe mit Blutkörperchen gefüllt. Sie sind in der That feiner als die allerfeinsten Axencylinder und umgeben, in ihrem Bindesubstanz-Stroma eingebettet, mit einem dichten Netz den Centralkanal; eine jede Nervenzelle wird von allerfeinsten Verzweigungen der Gefässe umsponnen. Uebrigens eignet sich das getrocknete Rückenmark zur Beobachtung der Gefässe.

Der von mir oben ausgesprochene Satz, dass die Form eines Querdurchschnittes des Rückenmarks als ein Ausdruck des inneren Wesens und der funktionellen Bedeutung der Gegend, aus welcher der Quer- oder Längsschnitt entnommen wurde, zu betrachten sei, findet die vollkommenste Bestätigung nicht allein in der verschiedenen, jeder einzelnen Gegend des Rückenmarks eigenthümlichen und konstanten Disposition, Zahl, Lagerungsweise ganzer Gruppen der von mir angegebenen Nervenelemente, sondern auch in dem verschiedenen Verlauf, welchen diese Elemente, namentlich die Ausläufer und Nervenfasern, in bestimmten Gegenden des Rückenmarks konstant und immer zeigen. Gewiss und unstreitig steht diese konstante Richtung der Ausläufer in nächster Beziehung zu den funktionellen Zwecken der betreffenden Theile. Um also diese funktionellen Zwecke in's Klare zu setzen, sind die genauesten topographisch-mikroskopisch-anatomischen Darstellungen und Studien der einzelnen Gegenden des Rückenmarks nothwendig. Denn nur solche können als Basis für das Verständniss der so interessanten, im höchsten Grade wichtigen und bis jetzt noch ganz unerforschten funktionellen Beziehungen der einzelnen Theile des Rük-

kenmarks zu den verschiedenen Organen, welche ihre Nerven vom Rückenmarke aus beziehen, mit Erfolg benutzt werden; nur durch sie kann eine direkte Anwendung der wissenschaftlichen Forschungen auf die Pathologie und Therapie möglich gemacht und die Diagnostik der Krankheiten im Allgemeinen, sowie der Nervenkrankheiten insbesondere sicherer begründet werden. In meinem Werke sollen die topographischen Verschiedenheiten der Rückenmarks-Regionen genau und mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Rückenmarks auseinandergesetzt werden. Hier beschränke ich mich nur auf kurze Umrisse aus ganzen Strecken des langen Verlaufes des Rückenmarks und beginne mit dem der Sacral-Anschwellung, die ich oben näher beschrieben, zunächstliegenden Theile.

e. Die Lendengegend. Der Umfang des Rückenmarks ist in dieser Gegend fast um ein Viertel kleiner geworden, als in der Sacral-Anschwellung, die äussere Form aus einer mehr oder weniger runden in eine von hinten und vorn abgeplattete verwandelt. Der Centralkanal erscheint in seinem Umfange kleiner, seine Form entspricht der äusseren fast ganz genau; die ihn umgebende graue Masse hat an Umfang abgenommen und ist in ihren Umrissen ganz verändert. Die hinteren Hörner sind klein und spitz auslaufend, aber mit abgerundetem Ende, während sie in der Sacral-Anschwellung stumpf abgeschnitten und breit waren; die hintere Commissur und der Zwischenraum zwischen dem Centralkanal und den hinteren Strängen ist sehr breit; die vorderen Hörner sind auf einen kleinen, dreieckigen, nach vorn sich zuspitzenden Raum beschränkt, während sie in der Sacral-Anschwellung einen vieleckigen, breiten, unregelmässigen Raum einnahmen. Und mit Recht wird behauptet, dass diese Veränderungen von der verminderten Zahl der Nervenelemente abhängen; daneben aber ist eine gleich näher zu bezeichnende Ortsveränderung der Nervenelemente von grösstem Einfluss auf diese äusseren Formveränderungen. Die Verminderung der einzelnen Nervenelemente geschieht fast immer unter Vermehrung der anderen; hier in der Lendengegend ist die bedeutende Gruppe von sympathischen Zellen, die an der Sacral-Anschwellung nach Aussen und vorn in den vorderen Hörnern lagen, in den breiten Zwischenraum, der zwischen dem Centralkanal und den hinteren Nervensträngen entstanden ist, zu beiden Seiten des Centralkanals, doch mehr nach den hinteren Hörnern zu, also fast ganz nach hinten gewandert. Die beiden symmetrisch liegenden Gruppen sind sehr nahe aneinandergerückt, so dass sie sich beinahe berühren, ausserdem ist die Richtung ihrer Ausläufer hier nicht allein eine quere nach rechts und links, sondern sie verlaufen hauptsächlich der Länge nach, was am Besten an horizontalen Längsschnitten zu sehen ist. Die Empfindungszellen haben hier im Verhältniss zu dem kleinen Raume der

hinteren Hörner an Zahl zugenommen, sich aber mehr an der Basis und den äusseren Rändern der hinteren Hörner angesammelt. Die hintere Commissur ist dadurch nicht allein sehr breit geworden, sondern hat auch eine stark gebogene Wölbung (schlingenförmig) angenommen. Die multipolaren Zellen aber haben an Zahl mit der Abnahme der Masse der vorderen Hörner augenscheinlich und bedeutend abgenommen, während weder an den Empfindungs-, noch an den sympathischen Zellen eine Abnahme bemerklich ist. Während nun mit der Abnahme der Bewegungszellen auch die vordere Commissur in ihrem Umfange abgenommen hat, so ist mit der hinteren Commissur das Entgegengesetzte geschehen, da, wie gesagt, weder die Empfindungs- noch die sympathischen Zellen abgenommen, sondern vielmehr zugenommen haben. Hiermit wird eine der wichtigsten Controversfragen für die Physiologie des Rückenmarks und überhaupt des Nervensystems so ziemlich entschieden, indem man aus dem Gesagten ersieht, dass weder von der Grösse noch von der Dicke eines Theils der *medulla spinalis* ein Schluss auf die Zahlenverhältnisse der in diesem Theile des Rückenmarks oder Gehirns vorhandenen Nervenzellen und ihrer Axencylinder, also der Nerven überhaupt gestattet ist. Im Gegentheil sind die Eigenschaften der Nervenelemente selbst dafür entscheidend, insofern je nach der Grösse der Nervenelemente sehr wenige grosse, oder sehr viele kleine in einem Raume von gleichem Umfange und gleicher Masse eingelagert sein können.

Die eben geschilderte Strecke des Rückenmarks empfehle ich zugleich als die günstigste für das Studium der hinteren Commissur, wegen der Breite des Zwischenraumes zwischen dem Centralkanal und den hinteren Rückenmarkssträngen.

f. Dorsalgegend. Hier ist die äussere Form des Rückenmarks eine fast vollkommen runde. Der Umfang ist um ein Achtel ungefähr kleiner geworden, der Centralkanal an einem solchen Querschnitt entsprechend kreisförmig und kleiner; die hinteren Hörner haben besonders von hinten und innen her an Breite abgenommen; sie zeigen sich schmäler und spitz auslaufend, und sind dem entsprechend durch eine schmalere, im flachen Bogen verlaufende Commissur verbunden. Die vorderen Hörner nehmen eine noch kleinere Fläche ein, als in dem Lendentheile, und sind vorn abgestumpft. Zu beiden Seiten derselben aber, gerade an der Basis der hinteren Hörner oder in einer Linie, die mitten durch den Centralkanal von rechts nach links quer durchgezogen gedacht wird, sind zwei mit ihren Spitzen nach hinten oder aufwärts (bei Säugern) gerichtete Ausbuchtungen der seitlichen grauen Masse bemerkbar, die ich geneigt bin, seitliche Nebenhörner zu benennen. Die hintere Commissur und der Zwischenraum zwischen dem Centralkanal und den hinteren Strängen ist sehr schmal geworden, die Gruppen der sympathischen Zellen sind auseinandergerückt und liegen zu beiden Seiten des Centralkanals in einer Linie,

die man sich durch seine höchste Wölbung hinten gezogen denkt. Die Empfindungszellen sind an der Basis der hinteren Hörner und vorzüglich in den von mir angegebenen Nebenhörnern angehäuft, so dass ihre Zahl im Verhältnisse zu dem Raume, den sie einnehmen, zugenommen zu haben scheint. Die Bewegungszellen aber haben noch mehr abgenommen und die vorderen Hörner bestehen hier fast überwiegend aus Empfindungszellen, die sich zu beiden Seiten des *sulcus anterior* in die vorderen Hörner gesenkt haben. Sie bilden hier ein mächtiges Lager, während die Bewegungszellen in unbedeutender Anzahl nur die äussere Peripherie nach rechts und links und vorn einnehmen. Dass die hinteren Rückenmarksstränge dabei verhältnissmässig stärker geworden sind, versteht sich von selbst.

g. Brachial-Anschwellung. Es ist hier eine allmälige Zunahme des Umfanges gegeben, bis dieser ebenso stark geworden ist, wie an der Sacral-Anschwellung; die Form desselben ist viereckig mit abgerundeten Ecken, der Centralkanal desgleichen. Die hinteren Hörner haben folgende sehr bedeutende Verwandlung durchgemacht. Die Nebenhörner haben stark an Masse zugenommen und sind an ihrer Spitze mit den äusseren Rändern der hinteren Hörner zusammengeflossen, wodurch die Basis derselben sehr stark an Breite gewonnen hat. An den inneren, der *fissura posterior* zugewandten Rändern der hinteren Hörner sind wulstförmige Anschwellungen neu zugekommen; die Spitzen der hinteren Hörner laufen breit abgerundet nach der Peripherie zu. Die Empfindungszellen erfüllen dicht beisammenliegend die inneren neu aufgetretenen Wülste, die ganze breite Basis der hinteren Hörner und die mit den äusseren Rändern derselben zusammengeflossenen Nebenhörner; sie werden an diesen Stellen zugleich von ziemlich ansehnlichen Gruppen in verschiedener Richtung durchgehender Nervenbündel durchbrochen, die hier inselartig liegen. Die hintere Commissur ist stark ausgesprochen; die Empfindungszellen kommen an dem Rande der Commissur ziemlich nahe aneinander und reichen bis zur Hälfte der Höhe der hinteren Hörner hin. Die sympathischen Zellen behaupten ihre frühere Lage und ausserdem ist wiederum eine zweite abgegrenzte Gruppe derselben ebenso wie in der Sacral-Anschwellung, in den vorderen Hörnern vorhanden. Auch diese letzteren haben in allen Richtungen sehr stark zugenommen; ebenso die Masse und Zahl der Bewegungszellen, und demzufolge ist die vordere Commissur sehr stark und ansehnlich geworden.

h. Halsgegend; bis zum Uebergange in die *medulla oblongata.* Das Rükkenmark nimmt an Umfang sehr unbedeutend ab, der Querschnitt zeigt sich mehr kreisförmig. Die hinteren Hörner behalten ihre Konfiguration und werden noch stärker entwickelt. Von dem siebenten Halswirbel sieht man an den beiden äusseren Rändern derselben, von der Basis anfangend, zwei abgetrennte, neue Gruppen

von Empfindungszellen zum Vorschein kommen, und zwar, was sehr bemerkenswerth ist, nicht in der grauen Substanz des Rückenmarks, sondern ausserhalb zu beiden Seiten und oben zwischen den Nervenbündeln der sogenannten Seitenstränge eingebettet. Diese Gruppen der Empfindungszellen entsenden ihre Ausläufer theils in die hinteren Hörner, also in die gemeinschaftliche graue Substanz, wo sie sich mit den dort vorhandenen Empfindungszellen zu verbinden scheinen, theils nach Aussen zur Peripherie zu, wo sie nicht weit entfernt von dem Austritt der hinteren Nervenwurzeln als Nervenbündel austreten. In derselben Höhe der hinteren Hörner, also in grosser Entfernung von der Basis derselben, in der *substantia Rolandi*, zwischen den Inseln der quer-durchschnittenen Nervenbündel, die im Bereiche der grauen Masse der hinteren Hörner liegen, erscheinen zugleich, wenn auch sparsam die grossen Bewegungszellen, und schicken ihre Ausläufer in die eben von mir angegebenen, neu aufgetretenen und abgetrennten Gruppen der Empfindungszellen. Dies sind die Ursprungsstellen des *Accessorius Willisii*, welche für mich Veranlassung gewesen sind, dass ich nach Untersuchung des grossen und theilweise des kleinen Gehirns in Bezug auf die Ursprünge der Nerven, und nachdem ich gemeinschaftlich mit Herrn Dr. Owsyanikof mir Gewissheit über die gemischte Natur des Ursprungs der Gehirnnerven verschafft hatte (etc. Bulletin de l'Académie de Sciences 1855, 12/24. Oktober), zum Studium des Rückenmarks und der *medulla oblongata* überging, in der Voraussetzung, auch in ihnen eine gleiche Genesis der Nerven anzutreffen. Diese Voraussetzung hat mich nicht getäuscht. Die von mir an der Brachial-Anschwellung schon angegebenen inneren Wülste an den hinteren Hörnern nehmen mit einem jeden Schnitte nach oben immer mehr an Umfang zu und sind mit dicht nebeneinanderliegenden Empfindungszellen gefüllt. Die sympathischen Zellen behaupten ihre frühere Lage zu beiden Seiten des Centralkanals, nähern sich aber einander mehr und zwar in der Richtung oberhalb des Centralkanals; zugleich wächst ihre Zahl und der Umfang der beiden Gruppen bedeutend und augenscheinlich. Die vorderen Hörner bleiben sich mehr oder weniger gleich, nur dass die Gruppen der sympathischen Zellen, die in ihnen vorfindlich waren, hier in der Brachial-Anschwellung verschwunden sind.

Besondere Aufmerksamkeit verdient hier eine Erscheinung, die mir nur auf einigen wenigen Schnitten bei den Säugethieren vorgekommen ist, aber um desto interessanter und wichtiger erscheint. Sie besteht darin, dass an den in dieser Gegend gemachten Querschnitten zugleich auch die hinteren Nervenwurzeln getroffen wurden. Zwischen den Primitivfasern der Nerven, in einer ziemlichen Entfernung von dem Ursprunge derselben, sind sympathische Zellen eingebettet, und zwar so, dass der eine Ausläufer derselben der Wurzel, der andere dem peripherischen Ver-

laufe zugewendet ist. Die Seltenheit des Vorkommens dieser Erscheinung schreibe ich der Schwierigkeit zu, dass die hier austretenden Nerven auf dem Schnitte in Verbindung mit dem Rückenmark zutreffen. Diese Schwierigkeit ist besonders bei den Säugethieren sehr gross, während sie bei den Fischen geringer ist und Schnitte durch die *medulla oblongata* am Ursprunge der *Vagus* etc. ziemlich häufig diese Erscheinung darbieten. Sie mag als ein thatsächlicher Beweis für meine Ansicht über den Zusammenhang des sympathischen Nervensystems mit dem cerebrospinalen dienen, die ich in meinen Mittheilungen (pag. 386, 7) in folgender Weise aussprach: „Die sympathischen Ganglien (in den *Ganglia spinalia*), die inneren, wie die äusseren mit ihren Zellen, sind nicht als etwas Besonderes ausser dem Bereiche des ganzen Nervensystems sich Vorfindendes und Unabhängiges, sondern histologisch durchaus als ein integrirender, wesentlich zugehöriger Theil des ganzen Nervensystems zu betrachten."

i. Die Stelle des Ueberganges der *medulla spinalis* in die *medulla oblongata*, d. h. bis zur Spitze des *calamus scriptorius:*

Die äussere Kontur des Rückenmarks nimmt fortdauernd an Umfang zu und wird von hinten nach vorn abgeplattet. Das Lumen des Cylinderkanals wird grösser und zugleich elliptisch; mit seinem längsten Durchmesser ist es von vorn nach hinten gerichtet. Die inneren Wülste oder Vorsprünge der hinteren Hörner nehmen bedeutend an Umfang zu, zugleich aber machen sich an Schnitten, die weiter nach oben oder vorn (Säugethiere) genommen werden, noch zwei Haufen von Empfindungszellen bemerkbar. Sie liegen an denselben inneren Rändern der hinteren Hörner, wie die ersteren, doch höher als dieselben und mehr nach der Spitze zu. Sie nehmen bei weiteren Schnitten gegen den *calamus scriptorius* hin, ebenso wie die ersteren, immer mehr an Umfang zu. Die spitzzulaufenden hinteren Hörner verwandeln ihre Form in eine mehr abgerundete und der Bogen dieser Abrundung nähert sich immer mehr der äusseren Peripherie. Dadurch, sowie durch das starke Wachsen der vier inneren Haufen der Empfindungszellen werden die hinteren bisher keilförmigen Rückenmarksstränge auseinander- und so zur Seite hin nach Aussen geschoben, dass sie hinten und oben an der Peripherie des Rückenmarks die stark vermehrten, oben erwähnten Gruppen von Empfindungszellen nur als ein schmaler Streifen umgeben. Die sogenannten Seitenstränge werden aus denselben Gründen ganz nach vorn und seitlich verschoben, so dass ihre hintere Grenze durch eine, durch den Centralkanal quergezogene Linie bezeichnet wird. Dabei machen sich äusserlich nach hinten und oben die wohlbekannten zarten und keilförmigen Stränge *(funiculi graciles et cuneati)* bemerkbar, welche nicht als eine Fortsetzung der bisherigen hinteren und hinteren seitlichen Rückenmarksstränge

anzusehen, sondern die nur durch das Auftreten und das starke Wachsthum der vier erwähnten Haufen oder Wülste von Empfindungszellen an den inneren Rändern der hinteren Hörner entstanden und desshalb lediglich als ein äusserer Ausdruck der im Innern der grauen Masse und hauptsächlich in den hinteren Hörnern derselben vorgegangenen Veränderung zu betrachten sind. Sie laufen zuerst parallel mit einander und begrenzen unmittelbar den Anfang des *calamus scriptorius,* mit welchem sie dann auseinander weichen. Die Gruppen der an der Basis der hinteren Hörner gelegenen Zellen nehmen sehr stark an Umfang und Zahl der Zellen zu, fliessen oberhalb des Centralkanals zusammen und umfassen denselben als ein starkes Lager von oben und von beiden Seiten. Die vorderen Hörner nehmen an Umfang stark ab, und die Zahl der Bewegungszellen verringert sich, und zwar geschieht diese Abnahme unter gleichzeitigem, starkem Wachsthum der hinteren Hörner und ihrer wesentlichen Nervenelemente, d. h. der Empfindungszellen. Die vordere Commissur verwandelt sich an dieser Stelle in die sogenannte Pyramidenkreuzung, welche auf Querschnitten sich dadurch kundgiebt, dass die vorderen Nervenstränge, welche ihre frühere gerade Richtung im Verlauf von unten nach oben verlassen haben, nicht mehr quer, sondern so schief durchschnitten werden, dass nicht mehr die Querschnitte der Fasern und Nervenbündel, sondern mehr oder weniger kurze oder lange Stücke der sich durchkreuzenden vorderen Rückenmarksstränge zum Vorschein kommen. *) Näher zum *calamus scriptorius* drängen diese vorderen Pyramidenstränge die vorderen Hörner immer mehr auseinander, und zuletzt schwinden dieselben gänzlich. Statt derselben sieht man dann nur die durch Bindegewebe in starken Gruppen abgegrenzten einzelnen Bündel in ziemlich regelmässiger Anordnung, welche sich auf dem Querschnitt als quer durchschnittene Bündel der vorderen Rückenmarksstränge darstellen. Ist der Schnitt bis zum *calamus scriptorius* herangerückt, so erweitert sich der Centralkanal und die *fissura mediana posterior* zur vierten Hirnhöhle mit ihrer *fossa rhomboidalis;* die Haufen der Empfindungszellen, welche den zarten und keilförmigen Strängen entsprachen und sie wesentlich bilden halfen, fliessen fast zusammen und begrenzen die Seitenflächen der Grube der vierten Hirnhöhle vollständig. Die seitlichen Bezirke der Grube sind von Cylinder-Epithelium ausgekleidet, unter welchem unmittelbar die zarten Ausläufer der Empfindungszellen in einer dünnen aber dichtgedrängten Schicht verlaufen. Die Empfindungszellen der zarten und keilförmigen Stränge sind mit den abgerundeten Enden der hinteren Hörner ganz verschmolzen. Diese, die hinteren Hörner, nehmen jetzt den ganzen äusseren und seitlichen Theil der *medulla spinalis* ein, und ihr unmittelbarer kontinuirlicher Ueber-

*) Ich mache hier darauf aufmerksam, dass aus oben angegebenen Gründen die seitlichen Stränge von den vorderen sich nicht trennen lassen.

in die *corpora olivaria* tritt klar und vollständig zu Tage. Der Boden der Grube der vierten Hirnhöhle ist auch mit Cylinder-Epithelium ausgekleidet; unter demselben liegt zunächst das immer stärker werdende Lager der sympathischen Zellen, welche hier schon die Ursprungsstellen oder Kerne des *Hypoglossus*, des *glosso-pharyngeus* etc. bilden. Nach vorn und unten, sowie nach beiden Seiten zwischen den Bündeln der quer- und schiefdurchschnittenen vorderen Rückenmarksstränge, die symmetrisch liegen und durch die Rhaphe von einander geschieden und zugleich verbunden sind, — nahe an der Peripherie derselben erscheinen hier wiederum zwei neue und symmetrische Haufen von Empfindungszellen, welche als Nebenoliven bekannt sind und zur Bildung des *pons*, sowie zur Verbindung mit dem kleinen Gehirn als *Stratum zonale*, mit anderen gleich näher zu erörternden Vorrichtungen wesentlich beitragen.

Es besteht also die Verwandlung der *medulla spinalis* in die *medulla oblongata* im Wesentlichen:

a) in einer starken Ausbildung der hinteren Hörner der *medulla spinalis*, verbunden mit massenhafter Entwickelung ihrer Empfindungszellen, als Grundlage der zarten Stränge, der keilförmigen Stränge, der Oliven und Nebenoliven;

b) in der Kreuzung der vorderen (und sogenannten seitlichen) Stränge, welche als *decussatio corporum pyramidalium* von den Anatomen bezeichnet wird;

c) in dem, mit dieser *decussatio* gleichzeitig verbundenen Aufhören der vorderen Hörner der *medulla spinalis* und ihrer Bewegungszellen;

d) in der massenhaften Entwickelung der sympathischen Zellen und zwar der zweiten Abart derselben.

k. Medulla oblongata, vom *calamus scriptorius* bis zum Austritte des *Acusticus, trigeminus, facialis* und *abducens* und der *Pedunculi medullae oblongatae ad cerebellum*. Sie ist, was ihren Bau und ihre Konstruktion anbetrifft, eine Fortsetzung des schon von mir geschilderten Theiles mit geringen Abweichungen, welche durch die aus ihr entspringenden Nerven, so wie durch die in verschiedenen Richtungen durchstreifenden Nervenbündel veranlasst werden.

Ich werde hier vorzüglich auf die horizontalen Längsschnitte aus dieser Strecke aufmerksam machen, indem gerade an diesen der so verwickelt scheinende Bau der *medulla oblongata* sich ganz einfach und leicht fasslich darstellen lässt. Zunächst überzeugt man sich an solchen Durchschnitten zur Genüge von dem allmäligen Ver-

schwinden, ja schliesslich von der theilweise völligen Abwesenheit der multipolaren Zellen in dem bezeichneten Theile der *medulla oblongata*. Auf solchen Schnitten erscheinen nämlich die zu beiden Seiten der *medulla oblongata* ziehenden *pedunculi medullae oblongatae ad cerebellum* quer durchschnitten, und diese bergen in sich die vermissten Bewegungszellen. Mit ihnen gehen diese Zellen in der That grösstentheils in's *cerebellum* über und liegen daselbst in den bekannten *Nuclei dentati*, in der, aus einem Mittelstück *(Valv. cereb. ant.)* und aus symmetrischen seitlichen Theilen bestehenden vorderen oder oberen Wand des Fastigiums. Dieses letztere besteht nach der Höhle des vierten Ventrikels hin zum grössten Theil aus den Faserzügen der Axencylinder von diesen Zellen.

Beide symmetrisch liegenden Gruppen dieser Zellen entsenden diese Axencylinder zur wechselseitigen Verbindung; das Gleiche thun die nebenbei gelagerten Empfindungszellen. Es bildet sich also aus diesen Axencylindern eine vollständige, doppelte Commissur oberhalb des Fastigiums. Die Doppelgruppen der Bewegungszellen, der Empfindungs- und sympathischen Zellen geben die Bildungsstätte für viele hier entspringende Nerven ab und senken sich schliesslich nach unten hin zu der Stelle, welche der *pons* einnimmt.

Wenn nun der berühmte und um die Wissenschaft so vielfach verdiente Flourens die *medulla oblongata* als *point vital* bezeichnete, so war dies eine Wahrheit, welche durch die zahlreichen von ihm selbst angestellten und von Claude Bernard vervielfältigten physiologischen Versuche bestätigt wurde. Erst die durch mich gemachten histologischen Untersuchungen dieser Gegend aber scheinen mir das Räthselhafte dieser physiologischen Versuche mehr oder weniger zu lösen und in's klare Licht zu setzen. Denn die Empfindung im allgemeinen und umfassenden Sinne ist der zweite Faktor des organischen Lebens, welcher dem ersten, der Ernährung, zunächst folgt. Beide Faktoren bringen erst den dritten und höchsten Faktor des organischen Lebens, die Bewegung, hervor. (Und wer weiss, ob die höchste Stufe des animalen Lebens, die geistige Thätigkeit, nicht an das Zusammenwirken dieser drei Arten von Nervenelementen gebunden ist?)

Hierbei soll vorläufig bemerkt werden, dass die sympathischen Zellen, d. h. die zweite Abart derselben, bei den Herbivoren, überall, wo sie vorkommen, mehr entwickelt sind als bei den Carnivoren.

l. Pons und kleines Gehirn. Der *pons* ist als ein Gebilde zu betrachten; es wiederholen sich in ihm die mikroskopisch-morphologischen Verhältnisse der bisher beschriebenen Abtheilung der *medulla oblongata* mit ihrer eigenthümlichen Anordnung der Nervenfasern und Gruppirung der Nervenzellen. Namentlich setzen sich in ihn auch die verschiedenen Nervenzellen der Oliven und Nebenoliven fort, während zu-

gleich die Nervenzellen der Pyramiden und vorderen Rückenmarksstränge, wie schon angegeben, durch die *pedunculi cerebelli* zum kleinen Gehirn heraufrücken. Das *Stratum zonale* des *pons* wird von Nervenfasern der eben genannten Nervenzellengruppen (Oliven, Nebenoliven) gebildet, und ihre unmittelbar an der äusseren Oberfläche gelegenen zirkelförmigen Fasern lassen sich durch die *Pedunculi cerebelli ad pontem* zur grauen Rindenschicht des kleinen Gehirns und den daselbst befindlichen, birnförmigen Nervenzellen verfolgen. Dieses geschieht auf die Weise, dass die im Inneren des *pons*, doch mehr nach der unteren oder vorderen Oberfläche desselben gelegenen Gruppen von Nervenzellen, wie gewöhnlich, ihre Commissuren bilden, ausserdem seitlich nach aufwärts Nervenfasern zu den bezeichneten birnförmigen Nervenzellen der Rindenschicht des Kleinhirns entsenden und das darstellen, was die Anatomen die Querfaserung des *pons* nennen. Die Fasern dieses *Stratum zonale* lassen in ihrer Mitte die von den Pyramiden, Oliven etc. zu den *corpora quadrigemina* und dem grossen Hirn durchgehenden Nervenzüge, so wie die hier aus dem kleinen Gehirn entspringenden Nerven durchstreichen. Ich unterlasse deswegen die topographische Beschreibung der Konfiguration des *pons*, die übrigens schon durch die Stilling'schen Abbildungen vortrefflich gegeben wurde, obgleich mit einer von der meinigen ganz verschiedenen Auffassung des betreffenden Gegenstandes. — Die Beschreibung allein könnte ohne Abbildungen kaum verständlich werden. Das kleine Gehirn aber, das durch die Struktur seines peripherischen Theils ebensowohl, wie durch seine innere Beschaffenheit eine besondere Aufmerksamkeit verdient, ist zusammengesetzt:

a) aus den Strängen, welche aus der *medulla oblongata* in das *cerebellum* hereinstrahlen. Diese Stränge tragen, wie schon erwähnt wurde, auch die Grundmasse für den Aufbau des kleinen Gehirns mit sich, d. h. die Bewegungs-, Empfindungs- und sympathischen Zellen. Die Nervenfaserzüge gehen, so wie sie in's kleine Gehirn eintreten, fächerartig auseinander. Jeder von diesen unzähligen Fächern, welche wie Aeste mit Nebenästen aussehen, wird an der Peripherie durch die sogenannte graue Masse bedeckt, deren unzählige und mannigfaltige Windungen an dem Querschnitt mit Recht *arbor vitae* genannt werden. Alle diese Stiele (Lamellen des Markkörpers im kleinen Gehirn) sind begrenzt durch die graue Deckmasse. Diese besteht aus multipolaren birnförmigen Zellen, welche in regelmässigen Reihen eine neben der andern liegen, sich untereinander verbinden und dann unzählige Zweige gegen die Peripherie hin entsenden. Die Verzweigungen der Axencylinder gegen die Peripherie hin bilden ein wahrhaftes Netz von kommunizirenden Aesten und Nebenästen. Zuletzt an dem äussersten Rande der Peripherie liegen diese Verästelungen als mehr oder weniger längere oder kürzere Axencylin-

derstäbchen parallel und dicht nebeneinander, und scheinen an ihrem äussersten Ende unter einem spitzen Winkel zusammenzufliessen. Wenigstens sprechen mehr Gründe dafür, dieses Zusammenfliessen von zwei parallel und dicht nebeneinander liegenden Axencylindern anzunehmen, als dagegen. Einige aber von diesen peripherischen Axencylindern biegen an der Peripherie um, durchsetzen in gerader Richtung die ganze peripherische Schicht und gehen in die Zusamensetzung des Stieles (Marklamelle) über. Diese letztere:

b) wird ausser von diesen an der Peripherie umgebogenen Axencylindern ferner noch, und zwar dem grössten Theile nach, aus den Ausläufern ebenderselben birnförmigen Zellen gebildet, welche sich einzeln oder meistens zu zweien aus ihnen in entgegengesetzter Richtung, d. h. zum Centrum hin begeben, und so den Markkörper des kleinen Gehirns oder seine centrale weisse Marksubstanz bilden. Die Centralmasse des kleinen Gehirns besteht dieser Einrichtung zufolge ausschliesslich aus der Länge nach ziehenden und in den verschiedenen Windungen sich umbiegenden Axencylindern der birnförmigen, dem kleinen Gehirn eigenen Zellen, so wie auch aus den von Bewegungs-, Empfindungs- und sympathischen Zellen entspringenden Axencylindern. Die Gruppen der letztgenannten Zellen, die symmetrisch auf beiden Seiten im Markkörper liegen und die *centra* für die aus dem kleinen Gehirn austretenden Nerven darstellen, tragen, wie schon erwähnt wurde, zur Bildung der unmittelbar über dem Fastigium befindlichen Marksubstanz selbst bei, welche nur als Commissurbildung zwischen diesen Zellengruppen zu betrachten ist. Ausserdem geben diese Gruppen von Zellen Ausläufer ab, welche in die Lamellen der weissen Masse des kleinen Gehirns hineintreten, und andere, die sich mit den Nervenfaserzügen aus den *pedunculi medullae oblongatae ad cerebellum* und *pedunculi cerebelli ad corpora quadrigemina* vermischen. Auf diese Weise wird ein vollständiger *circulus* gebildet, von welchem der untere Theil in dem *pons* gelegen ist.

Zwischen der peripherischen oder grauen Schicht und der weissen Substanz des kleinen Hirns trifft man an jedem Schnitt, den man am kleinen Gehirn macht, noch eine aus kleinen scharf konturirten und gleichmässigen Ringen bestehende Schicht, über deren Natur wir lange im Unklaren waren; bevor wir, wie schon besprochen wurde, die Bestandtheile dieser Schicht als das anerkannten, was sie wirklich sind, nämlich als Axencylinder, die in verschiedenen Richtungen durchschnitten sind. Ausser diesen reinen Nervenelementen, welche alle unter sich durch Bindegewebe verbunden sind, zieht hier gerade von der Peripherie in das Innere des kleinen Hirns eine wahrhaft unzählige Masse von Blutgefässen, vorzüglich von Venen,

die hier deutlich in der Nähe der birnförmigen Nervenzellen ihre abführenden Venenstämme, gewissermaassen mikroskopische *Sinus* ansetzen. Der Charakter des Bindegewebes bleibt derselbe, wie überall.

Die *corpora quadrigemina* bilden diejenige Station des Hirnstockes, wo die drei wesentlichen, von mir angegebenen Nervenelemente zum letzten Male im Bereiche des Nervensystems nebeneinander und so anschaulich auftreten, dass man ihre morphologischen Charaktere und ihre Beziehungen zu einander, sowie zu den von ihnen entspringenden Nerven im Allgemeinen und mit besonderer Rücksicht auf die Hirnnerven ausserordentlich klar übersehen kann. Nichtsdestoweniger ist ihr Bau höchst lehrreich und zur Anschauung des gesammten Verhältnisses besonders geeignet, vorzüglich in Bezug auf die Ursprungsweise der Nerven überhaupt und der Gehirnnerven insbesondere. Denn der in ihnen gegebene Ursprung des *oculomotorius* kann und muss als Muster für alle übrigen Gehirnnerven mit Ausnahme der eigentlichen Sinnesnerven gelten. Die Ursprünge der Letzteren unterscheiden sich gleich den aus der *medulla oblongata* ihren Ursprung nehmenden Nerven nur durch die Abwesenheit der motorischen Zellen von denen der übrigen Nerven. Um den *Aquae ductus Sylvii* ist die graue Masse beim Querschnitt in starker Ausbreitung und in Form eines mit seiner Spitze nach unten zu gerichteten Herzens gelagert. Diese Spitze wird ausgefüllt durch eine starke Masse von Empfindungszellen, deren Ausläufer nach unten und zu beiden Seiten divergirend verlaufen und dann den Bahnen des durchlaufenden *oculomotorius* folgen. Einzelne Ausläufer dieser Zellen werden quer durchgeschnitten, und zwar diejenigen, die der Länge nach in's grosse Hirn und zunächst in die *Thalami N. N. opticorum* ziehen, andere breiten sich strahlenförmig nach der Peripherie in der grauen Masse aus, und werden theils schief, theils in anderen Richtungen durchschnitten. Auch hier entsteht dadurch das Bild der *substantia Rolandi* und der grauen Masse überhaupt mit sehr stark sich verzweigenden und zahlreichen Blutgefässen. Zu beiden Seiten der Spitze, im Bereiche der grauen Masse, liegen beiderseits ansehnliche Ganglien, aus sympathischen Zellen der zweiten Abart bestehend, die ihre Ausläufer zum Theil deutlich in die für die Nervenfasern bestimmten, gemeinschaftlichen Bahnen des *oculo-motorius* hineinsenden, zum andern Theil aber auch nach der Peripherie hin sich strahlenförmig ausbreiten. Von der Spitze nach unten zu und zu beiden Seiten symmetrisch liegen zwei starke Gruppen von Bewegungszellen, die erstens mit ihren Ausläufern in der Mitte eine starke Commissur bilden, zweitens ihre Ausläufer in die Bahnen des *oculomotorius* entsenden und drittens endlich einen Theil derselben rechts und links in die grosse hufeisenförmige Commissur, von welcher gleich die Rede sein wird, sich begeben lassen.

Die hufeisenförmige grosse Commissur wird folgendermassen gebildet. Dicht an der Grenze der ganzen Peripherie der herzförmigen grauen Masse liegen entweder einzelne, oder zu zwei, drei bis vier Stück vereinigte sympathische Zellen, und zwar, was höchst interessant ist, der ersten Abart derselben. Sie sind also sehr gross und wechseln dabei in ihrer Grösse und der Regelmässigkeit ihrer Konturen. Durch Chromsäure werden sie stark gefärbt und haben keinen so lichten Inhalt, wie die nebenbeiliegende zweite Abart derselben. Sie schicken ihre Ausläufer theils in die sie umgebende peripherische Masse der *corpora quadrigemina*, theils aber in den Bogen der hufeisenförmigen Commissur selbst, welche ausserdem durch Ausläufer von Bewegungszellen, die um sie herum zerstreut eingebettet liegen, gebildet wird. Die Commissur besteht auf diese Weise eines Theils aus sehr feinen marklosen Fasern, anderen Theils aus sehr groben, selbst doppelt konturirten und wellenförmig von oben nach unten verlaufenden Fasern, die theilweise zerstreut, einzeln oder in Bündeln sich in die beiden unterhalb liegenden ansehnlichen Gruppen von Bewegungszellen einsenken; so dass hier wiederum, wie im kleinen Gehirn, ein vollständiger *circulus* von Nervenzügen erzeugt und die gegenseitige Verbindung der Nervenzellen unter sich, so wie auch ihrer Gruppen, auf eine grössere Entfernung hin bewirkt wird. Noch mehr nach unten und seitwärts, rechts und links von den angegebenen zwei Gruppen der Bewegungszellen, liegen zwei gleichfalls symmetrische Gruppen, die aus Empfindungszellen bestehen. Diese entsenden ihre Ausläufer, ebenso wie die beiden Gruppen der Bewegungszellen, theils zur Bildung der die beiden Gruppen verbindenden Commissur, theils aber nach beiden Seiten hin, in die Umgebung und die grosse hufeisenförmige Commissur. Alle diese verschiedenen Nervenelemente, wie auch ihre Axencylinder werden unter sich durch Bindegewebe zusammengehalten, das am reichlichsten um die *aquae ductus Sylvii* auftritt.

Die grossen Hemisphären mit allen ihnen anatomisch zugehörenden Theilen, insgesammt gefasst, bilden ein Ganzes, welches nach vorn, oben, unten und zur Seite den Hirnstock umgiebt und im Wesentlichen aus einer Gattung der Nervenelemente, den Empfindungszellen, gebildet ist. Aus diesem Grunde werde ich auch hier nicht in Einzelheiten eingehen, sondern mich nur auf die Peripherie der grossen Hemisphären mit kurzer Andeutung des Baues der einzelnen Theile beschränken. Die Peripherie des grossen Hirnes mit ihren unzähligen und mannigfachen Windungen ist ähnlich der Peripherie des kleinen Hirnes beschaffen, und besteht aus mächtigen, sehr eng und dicht neben einander liegenden Schichten von kleinen Empfindungszellen, welche ihre Ausläufer ebenso, wie die birnförmigen Zellen des kleinen Hirnes, gegen die Peripherie hin mannigfach sich verzweigen lassen. Diese Ausläufer laufen schliesslich, wie im kleinen Hirne, an der oberflächlichen

Schicht jeder Windung als feine Stäbchen von verschiedener Länge, von gerader oder vielmehr radiärer Richtung parallel neben einander her. An dem äussersten Rande des Schnittchens scheinen auch diese mit einander zusammenzufliessen und unter einem äusserst spitzen und scharfen Winkel ineinander überzugehen. Ein Zwischenraum zwischen zwei nebeneinander liegenden Axencylindern ist durchaus nicht bemerkbar und nur die scharfe Kontur beider ist deutlich zu erkennen. Gruppenweise werden sie aber durch die von der Peripherie in das Innere eindringenden zahlreichen Blutgefässe getrennt, ähnlich, wie diess am kleinen Hirn der Fall ist. Zum Centrum hin gehen ebenfalls Ausläufer von diesen Zellen, vermischen sich mit anderen, die aus dem Innern der Hemisphären zur Peripherie gehen, und bilden ein mächtiges Lager in verschiedenen Richtungen hinziehender Axencylinder, welche im Ganzen betrachtet eine kompakte Nervenmasse, durch ein Minimum von Bindegewebe zusammengehalten und von zahlreichen Blutgefässen durchzogen, darstellt. Die scheinbar feinkörnige Schicht, welche beim kleinen Gehirne zunächst den peripherischen Zellen nach innen zu liegt und die peripherische Zellenschicht von der Centralmasse trennt, fehlt auch hier nicht und hat durchaus dieselbe Bedeutung wie beim kleinen Gehirn.

Corpus callosum. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass dieser Theil eine mächtige Commissur der die Hemisphären bildenden Zellen ist, und ebenso wenig wird von Jemandem, der sich mit der Konfiguration des grossen Hirns und seinem mikroskopisch-morphologischen Bau beschäftigt hat, in Zweifel gezogen werden, dass in diese Commissur auch die Schichten der Zellen des *Cornu Ammonis* mit ihren Ausläufern eingreifen. Die *corpora striata*, der *Fornix*, die *Thalami N. N. opticorum* bestehen, wie schon erwähnt wurde, wesentlich aus denselben Elementen wie die grossen Hemisphären, und ihre ausführliche Beschreibung mit den ihnen zukommenden Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten wird in dem von mir angekündigten Werke erfolgen. Hier habe ich nur zu bemerken, dass ausser Empfindungszellen im grossen Hirne überhaupt weder Bewegungs- noch sympathische Zellen angetroffen werden. Dass aber die Axencylinder der zuletzt genannten Nervenzellen mit ihren Fortsetzungen in die grossen Hemisphären und ihre Gebilde eingehen und dieselben durchziehen, unterliegt keinem Zweifel. Jeder Schnitt aus jeder beliebigen Gegend des grossen Hirns zeigt diess in vollkommener Deutlichkeit. Das letzte Schicksal dieser Axencylinder aber, d. h. ihre Endigungen und Endverbindungen, erfordern zu ihrer Aufklärung noch ein besonderes Studium, obgleich, wie gesagt, die meisten Gründe für die Annahme sprechen, dass diese Axencylinder sich an der Peripherie in vielfache Verzweigungen auflösen und daselbst, wie am kleinen Gehirn, in eine Schicht von Stäbchen endigen, die an der Randfläche der Windungen kontinuirlich ineinander

übergehen und auf diese Weise, so zu sagen, eng geschlossene Schlingen bilden. Der eine Schenkel dieser die Stäbchenschicht bildenden Schlingen wäre demnach als Ausläufer entfernter gelegener Nervenzellen, der andere aber, wie beim kleinen Gehirn, als Ausläufer jener auf der Grenzscheide der grauen und weissen Substanz des Grosshirns befindlichen kleinen Empfindungszellen anzusehen. Die Axencylinder nehmen also ihren Anfang von irgend einer Zelle, verzweigen und vermischen sich dann an der Peripherie und kehren von da zum Centrum zurück, dessen Hauptmasse sie ausmachen.

Es sei mir nunmehr erlaubt, die Resultate meiner Untersuchungen noch einmal kurz zusammenzufassen und der Beachtung der wissenschaftlichen Welt mit dem Wunsche zu empfehlen, dass bei der Beurtheilung dieser Resultate die Schwierigkeit der Untersuchung und die Unzulänglichkeit meiner Kräfte der Aufgabe gegenüber einigermassen berücksichtiget werden möge.

I. Das ganze Cerebrospinal-Nervensystem (die *medulla spinalis*, *medulla oblongata*, *corpora quadrigemina*, das kleine und grosse Gehirn) und das ganze sympathische Nervensystem bestehen der Hauptmasse nach aus drei Arten von Nerven-Elementen: den Bewegungszellen, den Empfindungszellen, den sympathischen Zellen der ersten und der zweiten Abart und aus den Axencylindern aller dieser Zellen.

II. Ein nicht minder wesentliches histologisches Element, welches tief in den Aufbau und die Konstruktion des Nervensystems eingreift, ist das Bindegewebe, und zwar nicht allein in seiner Eigenschaft als Kitt, welcher mechanisch die einzelnen Nerven-Elemente für sich umhüllt und die ganzen Gruppen derselben zu verschiedenen Abtheilungen des Nervensystems verbindet, sondern noch mit einer andern wesentlich funktionellen Bedeutung, insofern es die Blutgefässe in sich einschliesst und somit der wichtigsten und ersten Lebensbedingung: der Ernährung und deren nothwendigen Wirkungen, dient. Vielleicht trägt es auch durch seine mehr oder weniger starke Umhüllung der einzelnen Axencylinder (doppelt konturirte Nervenfasern, einfach konturirte, marklose und markhaltige Nervenfasern) zur spezifischen Funktion derselben bei.

III. Die *medulla spinalis* ist als ein Ganzes zu betrachten, welches sich aber in seinen verschiedenen Theilen nicht gleich, sondern namentlich hinsichtlich der Zahl und Disposition der wesentlichen Nervenelemente verschiedenartig gestaltet. Diese Verschiedenheit entspricht wesentlich den verschiedenen Beziehungen bestimmter Gegenden des Rückenmarkes zu den verschiedenen Organen, welche von diesen Gegenden ihre Nerven beziehen und funktionell von einander verschieden sind. (Vgl. Halstheil, Rückentheil, *Intumescentia cervicalis*, *lumbalis* etc.).

IV. Die genaue Bestimmung dieser Gegenden des Rückenmarkes muss nothwendig praktische Anwendung in der Pathologie und Therapie finden, und auf die Diagnose der Nervenkrankheiten überhaupt und der Krankheiten des Rückenmarkes insbesondere, sowie auf ihre Behandlung von Einfluss werden.

V. Die *medulla oblongata* ist als eine unmittelbare Fortsetzung der *medulla spinalis* zu betrachten, entstanden durch besonders massenhafte Entwickelung der hinteren Hörner und der in diesen enthaltenen Empfindungszellen der *medulla spinalis* (Oliven, Nebenoliven, die graue Masse in den *funiculi graciles* und *cuneati*), wie auch der sympathischen Zellen des Rückenmarkes (gewöhnlich gelegen in der Nähe des Centralkanales und des Endes des 4. Ventrikels). Die *medulla oblongata* ist ausgezeichnet durch fast vollständige Abwesenheit der Bewegungszellen.

VI. Die *corpora quadrigemina* (mit dem *Thal. nerv. optic.* als Ende des Hirnstockes aufgefasst) sind eine unmittelbare Fortsetzung der *medulla spinalis*, mit der sie durch die *medulla oblongata* verbunden sind, und die letzte Station, wo alle drei Nerven-Elemente beisammen in ihren speziellen Beziehungen zu einander und zu den Nervenursprüngen vorkommen. Ausgezeichnet sind die *corpora quadrigemina* durch die grosse hufeisenförmige Commissur, in welcher ausnahmsweise die erste Abart der sympathischen Zellen sich vorfindet. Hier werden also im Innern des Gehirnes selbst zum letzten Male alle Nervenelemente vereint.

VII. Die hufeisenförmige Commissur schickt ihre Nervenfaserzüge in die *Thalami N. N. opticorum* bis zu den *corpora striata*. Auf Längs-Horizontalschnitten lassen sich dieselben deutlich verfolgen. Aus diesem Grunde muss die Commissur als wesentlich verbindendes Glied zwischen der *medulla spinalis*, der *medulla oblongata*, dem kleinen und dem grossen Hirn aufgefasst werden.

VIII. Das kleine Gehirn, *Cerebellum*, muss als eine zusammengesetzte Abtheilung des Nervensystems betrachtet werden, welche der Hauptmasse nach besteht:

a) aus einem Theile der vorderen Stränge und Hörner der *medulla spinalis*, welche in den *pedunculi medullae oblongatae ad cerebellum* mit ihren Bewegungszellen und Nervenfaserzügen zum grössten Theile in's *Cerebellum* hineintreten;

b) aus einem Theile der hinteren Nervenstränge und ihrer Elemente (Empfindungszellen), welche gleichfalls in den *Corpora restiformia* enthalten sind;

c) aus sympathischen Zellen, welche in grossen Haufen gruppirt mit den unter a und b erwähnten Elementen die Markmasse (weisse Substanz) des kleinen Hirnes bilden, welche mit dem *pons* und den Vierhügeln durch die bekannten Stiele in Verbindung gesetzt wird;

d) aus der grauen Substanz, welche die Rindenschicht des kleinen Gehirns darstellt und durch ihre birnförmigen Zellen ausgezeichnet ist.

IX. Die grossen Hemisphären wie die ihnen angehörenden Theile bestehen einzig und allein aus Empfindungszellen, mit einer peripherischen Schicht, welche, wie beim kleinen Gehirne, durch Verzweigung und gegenseitige Verbindung unzähliger Axencylinder gebildet wird (Stäbchenschicht).

X. Die *substantia Rolandi* ist nicht allein an den hinteren Hörnern des Rückenmarkes, sondern auch im kleinen und grossen Hirn, in den *corpora quadrigemina* mit ihren Faserzügen und scheinbaren Körnchenschichten (einfach und doppelt konturirte Ringe, — Durchschnitte von Nervenfasern) als eine genuine, wirkliche Nervenmasse, aus markhaltigen und marklosen Axencylindern bestehend, zu betrachten.

XI. Bindegewebskörperchen lassen sich in den im Central-Nervensystem vorkommenden Bindesubstanzgebilden nirgend mit Sicherheit nachweisen. Das Bindegewebe erscheint vielmehr überall als ein sehr fein granulirtes, stellenweise netzartig gezeichnetes. Eine netzartige Zeichnung, wie wenn elastische Fasern beigemengt wären, besitzt das Bindegewebe vorzüglich um den Centralkanal, den *aquaeductus Sylvii* und überall da, wo die Gefässe besonders stark angehäuft sind. Oefters und insbesondere da, wo die Axencylinder verkittet werden, geht es in eine homogene, glashelle, fein granulirte Membran von einer fast unmessbar geringen Dicke über, und tritt also im Central-Nervensystem seiner Quantität nach ganz in den Hintergrund.

XII. Alle Nerven-Elemente verbinden sich auf dreierlei Weise:

a) durch Commissuren, welche zwei symmetrisch liegende Gruppen derselben gegenseitig mit einander durch ihre Axencylinder in Verbindung setzen. Hierher gehört die hintere und vordere Commissur des Rückenmarks, die Commissur des kleinen Hirnes und die hufeisenförmige Commissur in den *corpora quadrigemina*; endlich auch die Commissuren von Empfindungs- und sympathischen Zellen in der *medulla oblongata*;

b) durch Verbindungen, welche sich zwischen den Nervenzellen einzelner entweder ganz nahe oder entfernter liegender Zellengruppen einer und derselben Seite und einer und derselben Art befinden. Die erste Verbindung findet in den Gruppen der Bewegungs-, Empfindungs- und sympathischen Zellen überall statt, wo sie nur gruppenweise vorkommen. Die zweite Verbindung findet statt im kleinen Gehirn und in den *corpora quadrigemina*;

c) durch die von mir sogenannte Stäbchenschicht, welche an der Peripherie des grossen und kleinen Gehirnes sich vorfindet, und daselbst, wie ich es wahrscheinlich gemacht habe, die Verbindung verschiedener Nervenelemente (Bewegungs-, Empfindungs- und sympathischer Nervenzellen mit ihren Ausläufern) vermittelt.

XIII. Dass die verschiedene Dicke des Rückenmarks und seiner beiden Anschwellungen, wie auch die Massenzunahme der *medulla oblongata* von der verschiedenen Zahl und der eigenthümlichen Anordnung, der Topographie der Nervenelemente selbst abhängig sei, glaube ich zur Genüge durch die hier mitgetheilten Beobachtungen erwiesen zu haben.

XIV. Die für uns sichtbaren und messbaren relativen wie absoluten Grössen- und Umfangsverhältnisse, so wie die Gewichte der Nervenmasse im Allgemeinen und der einzelnen Theile des Nervensystems in's Besondere, sind nicht bestimmend für die Dignität des Ganzen oder der Theile, weder bei einzelnen Thieren, noch auch beim Menschengeschlecht. Bestimmend für diese Dignität ist vielmehr die absolute und die relative Grösse der drei wesentlichen Nervenelemente. Beim Menschen sind sie von allen Thierklassen und Thierspezies relativ und absolut am kleinsten, desshalb sind sie auch im Verhältnisse zu dem Raume, den sie einnehmen, beim Menschen am zahlreichsten. Da aber aller Wahrscheinlichkeit nach die Nervenzellen ebenso wie alle histologischen Elemente entwicklungsfähig sind, so setze ich mit Bestimmtheit voraus, dass während der geistigen Ausbildung bei dieser Entwicklung eine Zahlzunahme der Nervenelemente mit gleichzeitiger Abnahme der Masse des Bindegewebes stattfindet, also ohne dass dabei zugleich die Masse des Gehirns grösser wurde. Dass im entgegengesetzten Falle bei Blödsinn und Mangel an geistiger Kultur die Entwicklung der Nervenelemente auf einer und derselben Stufe stehen bleibt oder selbst eine Rückbildung der Zellen stattfindet, während das Bindegewebe sich auf Kosten derselben mehr entwickeln kann, das hat die Pathologie genugsam gelehrt.

XV. Die verschiedenen Farben oder vielmehr die Farbennuancirungen, die im Bereiche des Nervensystems vorkommen und die man in der Anatomie als charakteristisch für bestimmte Gegenden angenommen hat, jene grauen, graurothen, braungelben, violetten und blauen Färbungen, haben nichts Wesentliches weder mit den Nervenzellen noch mit ihren Axencylindern zu thun, sondern sie hängen einzig und allein von den Blutgefässen, Arterien und Venen und deren Zahl, Dicke oder Feinheit und sonstigen mannigfachen Verhältnissen derselben ab.

XVI. Was den Ursprung der Nerven aus dem grossen und kleinen Gehirn, so wie aus der *medulla oblongata* und *medulla spinalis* anbetrifft, so beharre ich hinsichtlich desselben bei der in meiner letzten Bekanntmachung ausgesprochenen Ansicht: dass alle Nerven ihrem Ursprunge nach gemischter Natur sind. Vielfache, fortgesetzte Untersuchungen haben mir diese Ansicht lediglich und durchaus bekräftigt. Indem ich mich in Betreff der Einzelangaben auf dasjenige beziehe, was ich bereits bei der Beschreibung der einzelnen Gegenden des Rückenmarks aus-

drücklich bemerkt habe, beschränke ich mich hier auf Mittheilung folgender Untersuchungsresultate:

a) Die vorderen oder motorischen Wurzeln bestehen aus Fasern, die von Bewegungs-, sympathischen und Empfindungszellen herstammen. Die Anzahl der von sympathischen und Empfindungszellen herstammenden Fasern ist in einzelnen Gegenden des Rückenmarks (z. B. in der Lenden- und Sacralgegend) viel bedeutender als in anderen.

b) Die hinteren Wurzeln bestehen vorzüglich aus Empfindungs- und sympathischen Zellfasern, zum geringeren Theile aus Bewegungszellfasern.

c) Die Nerven aus der *medulla oblongata* bestehen vorzugsweise aus sympathischen und Empfindungszellfasern. Nur ein kleiner Theil derselben (und zwar diejenigen, welche an der Uebergangsstelle der *medulla oblongata* in die *medulla spinalis* entspringen) erhält auch Bewegungszellfasern.

d) Alle Gehirnnerven, mit Ausnahme der drei höheren Sinnesnerven, welche lediglich aus Empfindungs- und sympathischen Zellfasern bestehen, werden aus Fasern gebildet, die von Bewegungs-, Empfindungs- und sympathischen Zellen der zweiten Abart herstammen.

XVII. Schliesslich füge ich noch eine Beobachtung an, welche sich mir im Verlaufe meiner Untersuchungen ergeben hat. Ich versuchte öfters, die zur Präparation zu verwendenden Thiere plötzlich durch *Narcotica* (Blausäure, Nicotin, Coniin etc.) zu tödten. In allen diesen Fällen aber erwiesen sich die Präparate des Gehirns und Rückenmarks als völlig unbrauchbar zur histologischen Durchforschung. In allen waren nämlich die zelligen Nervenelemente vollständig zertrümmert, die Membranen derselben zerrissen, die auslaufenden Axencylinder von den Zellen abgetrennt und zerstückelt, der Zelleninhalt zusammengeschrumpft und verkleinert. Ich kann nicht umhin, diese wunderbaren Veränderungen in allen diesen Fällen auf Rechnung einer plötzlichen Ernährungsstörung zu setzen, welche durch die Einwirkung der narkotischen Gifte herbeigeführt wurde. In diesem Befunde liegt zugleich die einzige fassbare Erklärung der plötzlichen tödtlichen Wirkung der *Narcotica* im Allgemeinen und der Alkaloide im Besonderen.

Alle diese Thatsachen und Forschungsresultate gründen sich auf etwa 25,000 mikroskopische Schnitte, die systematisch vom *filum terminale* bis zur äussersten Peripherie der grossen Hemisphären in verschiedener Richtung und bei verschiedenen Thieren durch das Centralnervensystem geführt worden. Sie gründen sich ferner auf ebensoviel, wenn nicht mehr dergleichen Schnitte, welche, wohl aufbewahrt und transportfähig, an Klarheit und Uebersichtlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen.

Ich bin von Herzen bereit, diese Sammlung konservirter Schnitte einem jeden Fachgenossen, der sich speziell mit der Sache beschäftigt, aufs Bereitwilligste vorzulegen. Sie mögen zur Schlichtung der Kontroversen, sei es als *corpora delicti* oder als Zeugen für die Richtigkeit meiner Beobachtungen, dienen. Hiermit habe ich nun mein Bekenntniss in Sachen der Struktur und Textur des Nervensystems überhaupt, und des Gehirns und Rückenmarks in's Besondere in scharfen und zusammengedrängten Umrissen abgelegt. Es umfasst das Resultat eines mit unermüdlichem Fleisse betriebenen und mit schweren Mühen verbundenen Studiums, dem ich vier Jahre meines Lebens gewidmet habe. Ich vertraue dies Bekenntniss der wissenschaftlichen Welt an mit der Hoffnung, dass man meiner Arbeit die der Wichtigkeit und dem Interesse des Gegenstandes gebührende Aufmerksamkeit nicht versagen werde.

Breslau, am 27/15. Mai 1857.